Szálerősítésű beton

Dr. Kausay Tibor

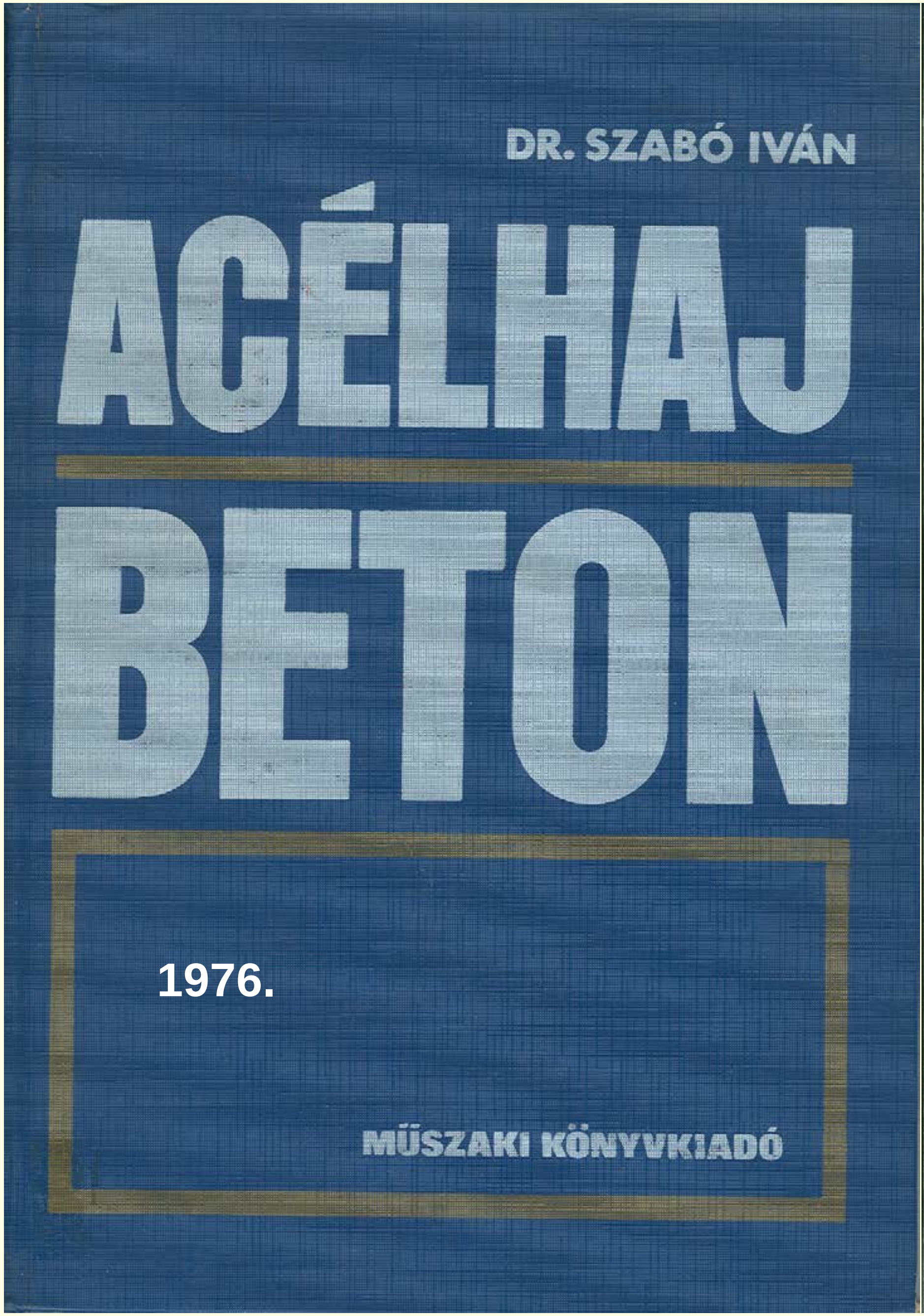
Frissítve: 2017. november

BEVEZETÉS

A szálerősítésű beton használatának kezdetét 1874 évre teszik, amikor is *A. Berand* fémhulladékot kevert a betonba, és ezt az eljárást szabadalmaztatta (*Nemegeer - Teutsch* 1993).

A fejlődés első periódusa 1960-ig tartott, és azt a szálerősítésű beton ritka alkalmazása jellemezte. Használata a második periódus kezdetén, az 1960-as évek elején lendült fel. Hazánkban mind az alkalmazás előkészítése, mind a publikálás, mind a szabvány készítés terén *dr. Szabó Iván* mutatott példát (*Szabó I.:* Acélhajbeton. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1976).

Napjainkra a szálerősítésű beton sokféle alkalmazását dolgozták ki és valósították meg.


DR. SZABÓ IVÁN
ACÉLHAJ
BETON
1976.
MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ


Szálerősítésű betonok
- a kutatástól az alkalmazásig -
Budapest, 1999. március 4-5.
Konferenciakiadvány
Proceedings
Szálerősítésű Betonok
– a kutatástól az alkalmazásig –
1999. március 4-5. Budapest
Fiber Reinforced Concrete
– from research to practice –
1999.
Szerkesztette:
Edited by:
Balázs L. György
A konferencia szervezője:
A Nemzetközi Betonszövetség Magyar Tagozata
The Conference is organized by:
The Hungarian Group of fib
fib
CEB - FIP

Structural performance of steel fibre reinforced concrete

FRC = Fiber Reinforced Concrete
= Szálerősítésű beton

HSC = High Strength Concrete
= Nagyszilárdságú beton

HSFRC = High Strength Fiber Reinforced Concrete
= Nagyszilárdságú szálerősítésű beton

HPFRC = High Performance Fiber Reinforced Concrete
= Nagyhatékonyságú szálerősítésű beton

SFRC = Steel Fiber Reinforced Concrete
= Acélszál-erősítésű beton

PFRC = Polymer Fiber Reinforced Concrete
= Műanyagszál-erősítésű beton

PPFRC = Polypropilen Fiber Reinforced Concrete
= Polipropilénszál-erősítésű beton

GFRC = Glass Fiber Reinforced Concrete
= Üvegszál-erősítésű beton

CFRC = Carbon Fiber Reinforced Concrete
= Szénszál-erősítésű beton

Structural performance of steel fibre reinforced concrete

Prepared for the 2nd International Conference on

Fibre Reinforced Concrete
– from research to practice –

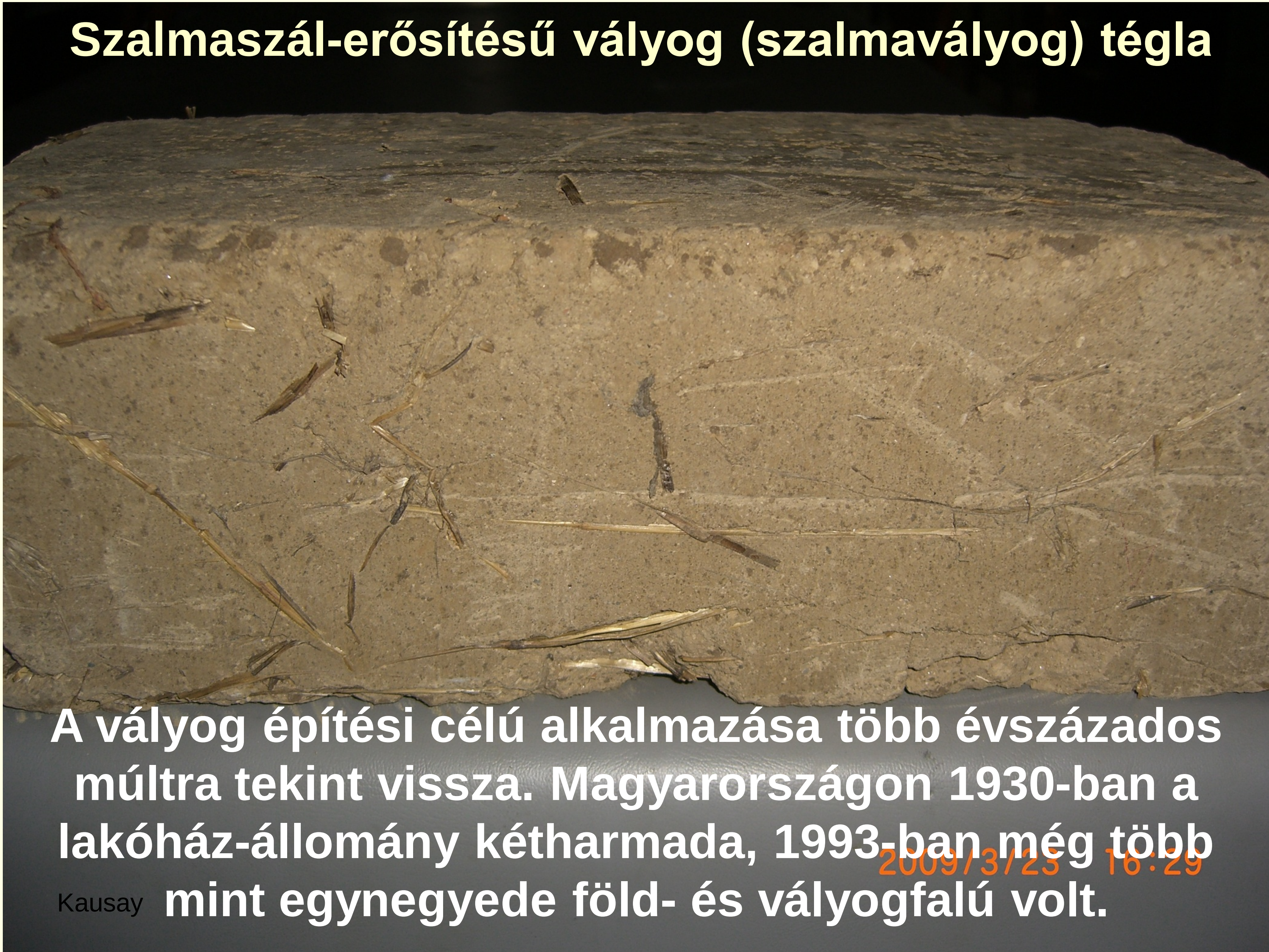
Held at the Budapest University of Technology and Economics,
Budapest, Hungary
19 November 2004
organized by the Hungarian Group of *fib*

2004.

by

Imre Kovács
Head of Department
Department of Civil and Structural Engineering
University of Debrecen, Debrecen, Hungary

György L. Balázs
Head of Department
Department of Construction Materials and Engineering Geology
Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary


Szalmaszál-erősítésű vályog (szalmavályog) tégla
A vályog építési célú alkalmazása több évszázados múltra tekint vissza. Magyarországon 1930-ban a lakóház-állomány kétharmada, 1993-ban még több mint egynegyede föld- és vályogfalú volt.
2009/3/23 16:29
Kausay

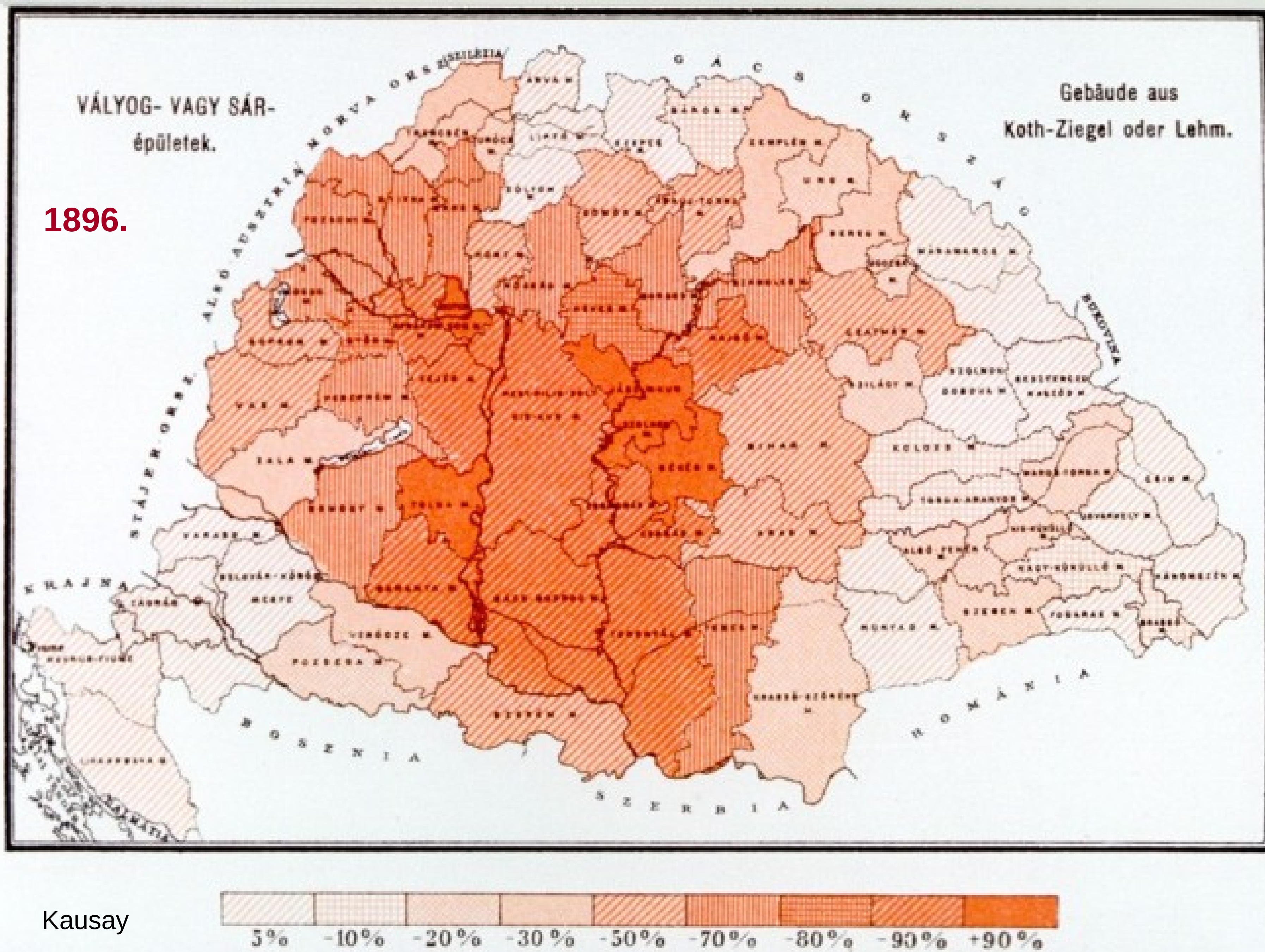

Szalmavályog tégla
Kausay
'00 1



Vályogház, Szabolcs megye, 2000. augusztus

Kausay

1896.


VÁLYOG- VAGY SÁR-
épületek.
Gebäude aus
Koth-Ziegel oder Lehm.
GÁCS ORSZÁG
MORVA ORSZ.
ALSÓ AUSZTRIA
STÁJER ORSZ.
KRAJNA
BOSZNIA
SZERBIA
ROMÁNIA
BUKOVINA
5%
-10%
-20%
-30%
-50%
-70%
-80%
-90%
+90%

Kausay


„Facement”
2009/3/23 16:24
Kausay



„Facement" födémbéléselem

Kausay



„Fabeton”

Svájcban szabadalmaztatták 1936-ban. Mai formájában „Durisol” márkanéven Bécsben, 1978-ban kapott szabadalmi oltalmat.

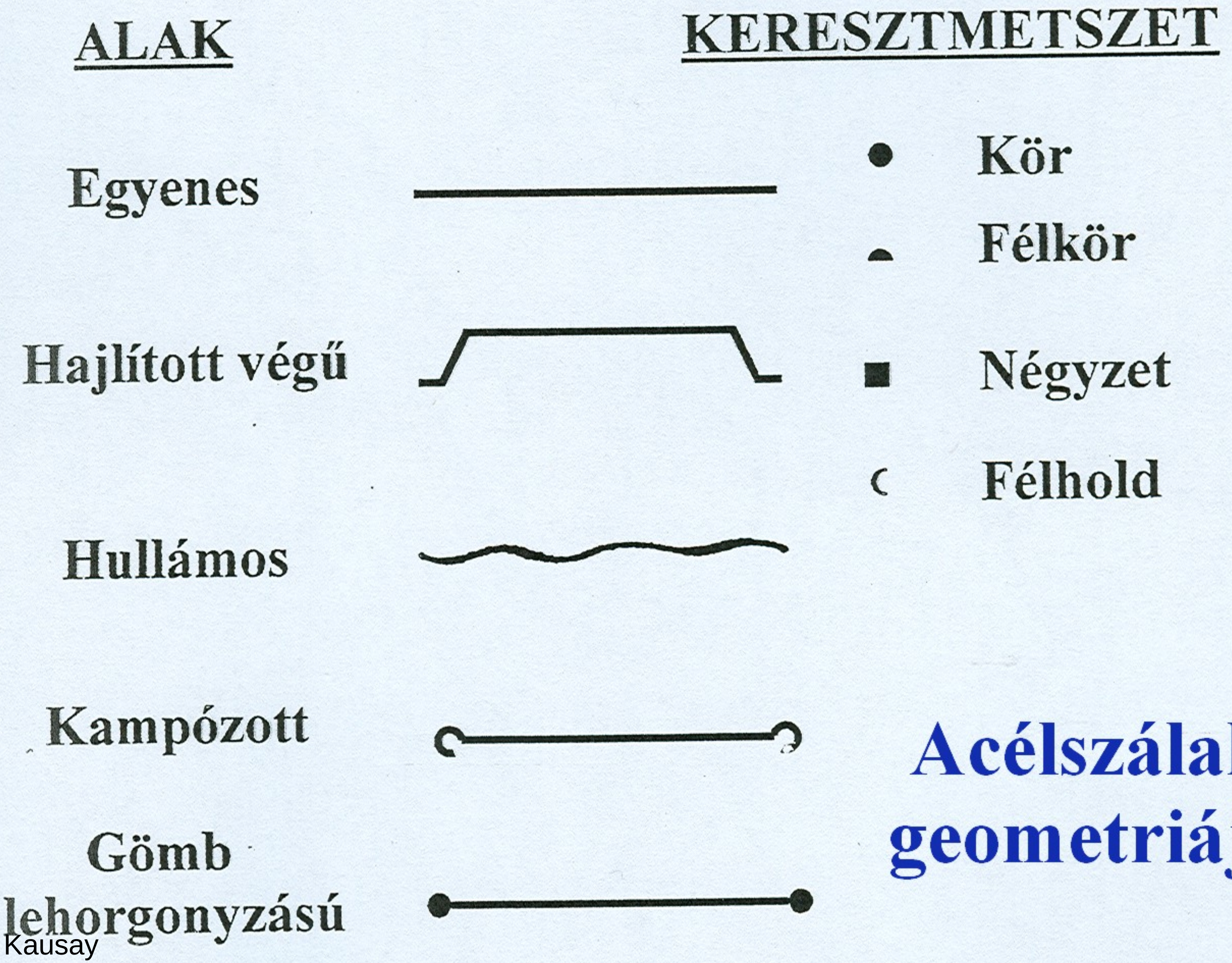
Kausay



„Fabeton”

Megjegyzés: Az MSZ 4798:2016 betonszabvány a fabetonra nem vonatkozik.

Kausay



Acélszálak geometriája

Kausay


30/.50 mm
DRAMIX acélszál
60/.80 mm
Kausay

Dramix acélszál

Um hohe Zugfestigkeiten und enge Toleranzen gewährleisten zu können, werden Dramix®-Stahldrahtfasern aus kaltgezogenen Spezialstahldrähten hergestellt.



Dramix®-Stahldrahtfasern sind mit einem wasserlöslichen Klebstoff zu Streifen verleimt. Während des Mischvorganges löst sich der Klebstoff auf, wodurch die Stahlfasern vereinzelt werden und sich gleichmäßig im Beton verteilen.

Die gekröpften Enden, die sich beim Ausziehen kontrolliert verformen, gewährleisten eine optimale Verankerung.

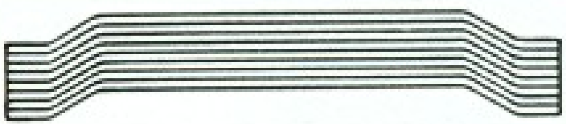
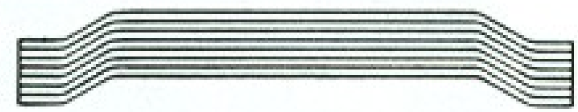
ℓ/d = karcsúsági hányados



Dramix® ℓ/d 45	Dramix® ℓ/d 65	Dramix® ℓ/d 80
STANDARD-ANFORDERUNGEN	FÜR HOHE ANFORDERUNGEN	HOCHLEISTUNGSSTAHLFASER
Ein ℓ/d-**Verhältnis von 45** ist der Mindestwert für arbeitsfähigen Stahlfaserbeton bei wirtschaftlicher Stahlfase[illegible]ung.	**Verklebte Stahldrahtfasern** mit einem ℓ/d-**Verhältnis von 65** ergeben einen erstklassigen Stahlfaserbeton. Sie sind einfach zu mischen und zu verarbeiten.	Für Anwendungen mit höchsten Anforderungen bietet Bekaert Dramix®-Stahldrahtfasern mit ℓ/d **80** an.

Kausay

l/d = 62,5 60,0 60,0

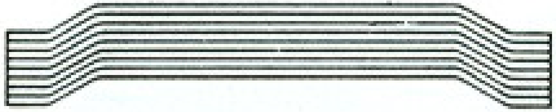
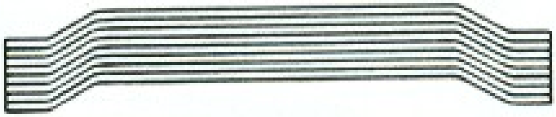
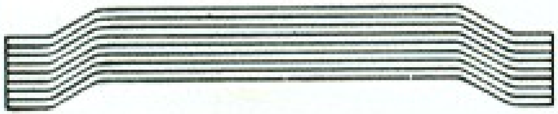
BLANKE STAHLDRAHTFASERN r		
ZP 25/.40	ZL 30/.50	ZP 30/.50
		
ℓ: 25 mm Ø: .40 mm Z: gekröpft P: leicht geklebt	ℓ: 30 mm Ø: .50 mm Z: gekröpft L: lose Fasern	ℓ: 30 mm Ø: .50 mm Z: gekröpft P: leicht geklebt

- Trocken und naß Spritzbeton
- Trocken- oder Naßbetonmischungen
- Fertigmörtel
- Estriche
- Sicherheitskonstruktionen

Dramix acélszál

Kausay

ℓ/d= 100 | 75 | 60

mit Festigkeit mind. 1100 N/qmm		
ZC 50/.50	ZC 60/.80	ZC 60/1.00
		
ℓ: 50 mm Ø: .50 mm Z: gekröpft C: normal geklebt	ℓ: 60 mm Ø: .80 mm Z: gekröpft C: normal geklebt	ℓ: 60 mm Ø: 1.00 mm Z: gekröpft C: normal geklebt
• Hochwertige Anwendungen	• Allgemeine Anwendungen im Hoch- und Tief-Bau • Industrieböden	

Dramix acélszál

Kausay



D4D acélszálak
SIOME csövek
gyártásához
(1974)

A D4D acélszálakat
az egykori,
1912-ben alapított
Miskolci Drótgyár
utóda, a miskolci
December 4. Drótművek,
a mai cseh tulajdonú
D&D Drótáru Zrt. elődje,

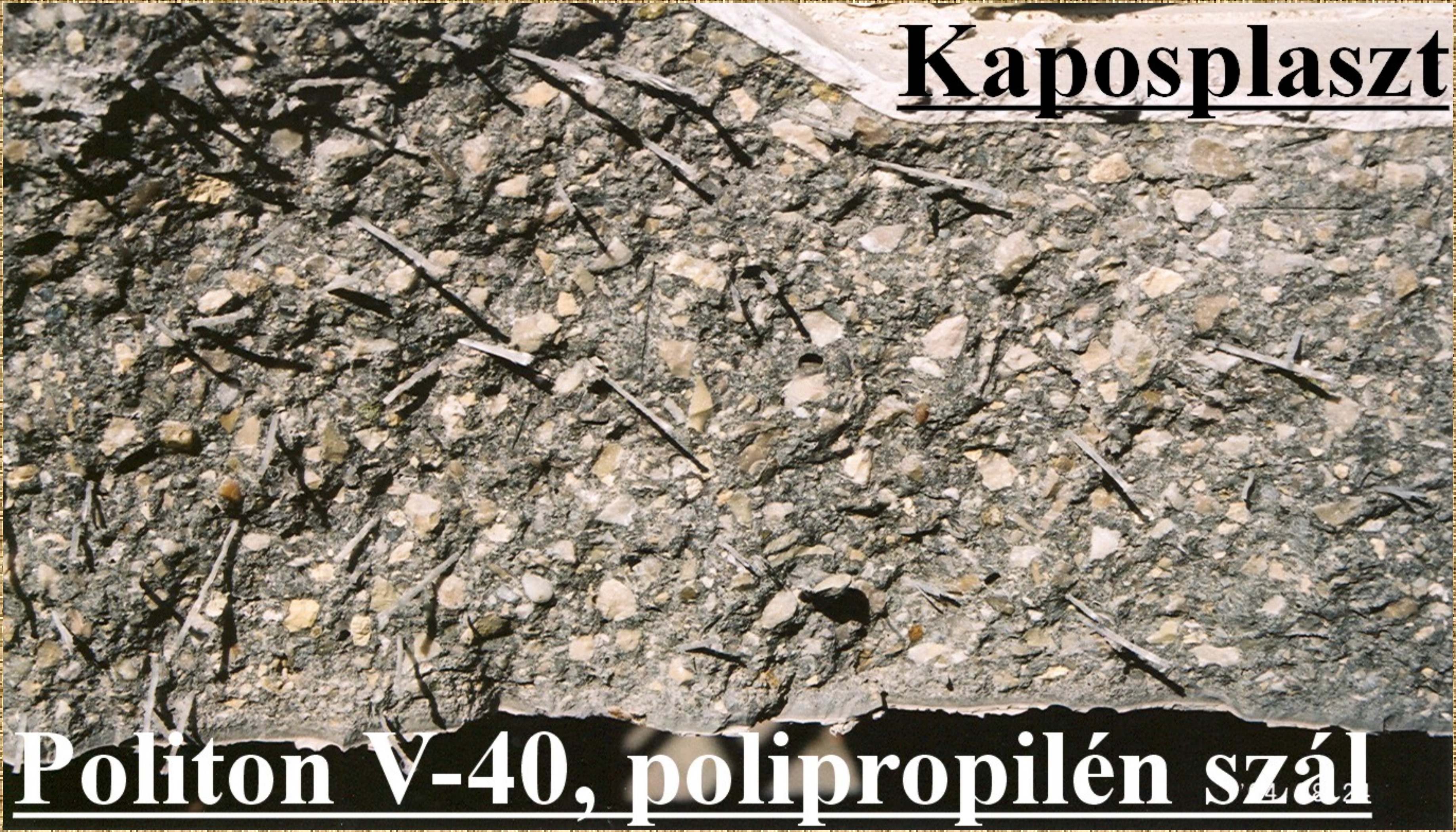
a SIOME csöveket
az egykori
Mélyépítő Vállalat
gyártotta.



Kampós acélszál
Méret: 30/0,6 mm
HAREX


MA jelű, mart acélszál
HAREX SF 01/32


"Forta-Fibre" polipropilén szál


Kaposplaszt
Politon V-40, polipropilén szál

Polipropilén szálerősítésű beton



Kausay


FLOCK 16
poliakril-nitril (PAN) műanyagszál
szálhossz: 16 mm
ZOLTEK Rt.
Kausay


OPAN
oxidált poliakril-nitril szál
fekete


GOPAN
göndörített és oxidált
poliakril-nitril (PAN) szál
ZOLTEK Rt.

Fibrofor® HIGH GRADE

Anyag	nagy tisztaságú poliolefin
Alak	csavart, fibrillált
Sűrűség	0,91
Hossz	standard +/- 5%
Szín	bézs
Sav és lúgállóság	kiváló
Húzószilárdság	≈ 400 N/mm²
Rugalmassági modulus	≈ 4900 N/mm²
Lágyulási pont	≈ 150° C
Fóliavastagság	≈ 80 µm



A Fibrofor High Grade felületmódosított, kötegelt, fibrillált (szálaprítási eljárás) műanyagszál. Hátráltatja a friss beton szétosztályozódását, roskadását, csökkenti a repedésérzékenységét. Felhasználható előregyártásban, szivattyúzott-, daruzott- és lőtt betonoknál, hídépítésnél, betonfödémek, padlólemezek és betonfalak készítésénél, betonjavításoknál, betoncölöpöknél, vékony falaknál és a betonmunkák speciális területein, például nagy tűzállóságot igénylő betonszerkezetekhez.

A Fibrofor magyarországi forgalmazója

AVERS fiber concrete technology

AVERS Fiber KFT.
Rákóczi u. 286
H-2541 Lábatlan,

Brugg Contec AG
Gübsenstrasse 80
CH-9015 St. Gallen

Adagolása általában 1 kg szál / m³ beton. Szálhossz: 19 mm és 38 mm. Megfelel az MSZ EN 14889-2:2007 szabvány szerinti Ib minőségnek (< 0,3 mm átmérőjű fibrillált *mikroszálak*).

DEUTSCHE NORM **November 2006**

DIN EN 14889-2

ICS 91.100.30

Fasern für Beton –
Teil 2: Polymerfasern –
Begriffe, Festlegungen und Konformität;
Deutsche Fassung EN 14889-2:2006

Fibres for concrete –
Part 2: Polymer fibres –
Definitions, specifications and conformity;
German version EN 14889-2:2006

MSZ EN 14889-1:2007 „Szálak betonhoz. 2. rész: Polimer szálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség”

5 Anforderungen

5.1 Klassifizierung der Fasern

Die Polymerfasern sind vom Hersteller nach ihrer physikalischen Form zu klassifizieren.

Klasse Ia: Mikrofasern mit einem Durchmesser < 0,30 mm; als Monofilamente ausgebildet;

Klasse Ib: Mikrofasern mit einem Durchmesser < 0,30 mm; fibrilliert;

Klasse II: Makrofasern mit einem Durchmesser > 0,30 mm.

ANMERKUNG Fasern der Klasse II werden in der Regel verwendet, wenn eine Erhöhung der residuellen Biegezugfestigkeit erforderlich ist.

DEUTSCHE NORM **November 2006**

DIN EN 14889-2

ICS 91.100.30

Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1
Polymer
Polymerstoff wie z. B. Polyolefin, z. B. Polypropylen oder Polyethylen, Polyester, Nylon, PVA, Polyacryl oder Aramid, oder Mischungen davon

3.2
Polymerfasern
gerade oder verformte Fasern aus extrudiertem, orientiertem und geschnittenem Material, die für die gleichmäßige Verteilung in Beton- oder Mörtelmischung geeignet sind

3.3
Länge
Abstand zwischen den äußeren Enden der Faser

3.3.1
abgewickelte Länge (bei verformten Fasern mit unregelmäßigem Querschnitt)
Länge verformter Fasern ohne Querschnittsverformung nach dem Richten

DEUTSCHE NORM November 2006

DIN EN 14889-2

ICS 91.100.30

MSZ EN 14889-1:2007 „Szálak betonhoz. 2. rész: Polimer szálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség"

5.8. A polimerszálak hatása a beton hajlító-húzószilárdságára

Fasern für Beton –
Teil 2: Polymerfasern –
Begriffe, Festlegungen und Konformität;
Deutsche Fassung EN 14889-2:2006

Fibres for concrete –
Part 2: Polymer fibres –
Definitions, specifications and conformity;
German version EN 14889-2:2006

MSZ EN 14845-2:2007 „A betonban lévő szálak vizsgálati módszerei. 2. rész: A betonra gyakorolt hatás"

5.8 Einfluss auf die Festigkeit von Beton

Der Einfluss auf die Festigkeit ist nach EN 14845-2 an einem Referenzbeton nach prEN 14845-1 zu bestimmen. Der Hersteller muss die Masse an Fasern je Volumeneinheit in kg/m^3 angeben, die erforderlich ist, um eine residuelle Biegezugfestigkeit von 1,5 MPa bei einer Rissöffnungsbreite (CMOD) von 0,5 mm (was einer mittigen Durchbiegung von 0,47 mm entspricht) und/oder eine residuelle Biegezugfestigkeit von 1 MPa bei einer Rissöffnungsbreite (CMOD) von 3,5 mm (was einer mittigen Durchbiegung von 3,02 mm entspricht) zu erreichen.

Az acélszálaknak a beton hajlító-húzószilárdságára gyakorolt hatásával kapcsolatban szó szerint ugyanezt írják elő az MSZ EN 14889-1:2007 „Szálak betonhoz. 1. rész: Acélszálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség" című szabványban.

2007. március

MAGYAR SZABVÁNY MSZ EN 14845-2

A betonban lévő szálak vizsgálati módszerei

2. rész: A betonra gyakorolt hatás

3 Principle

Fibres are tested in one or more reference concretes (as specified in prEN 14845-1) to determine the fibre content required to meet specified values of residual flexural strength at particular deformation levels.

4 Test method

Twelve notched 550 mm x 150 mm x 150 mm beams, made from a reference concrete according to prEN14845-1 and incorporating fibres, shall be tested at 28 days in centre-point loading on a 500 mm span in accordance with the test method for metallic fibre concrete of EN 14651.

A series of concrete mixes shall be made and tested with different fibre contents until the strength performance specified in clause **5** is achieved.

A CMOD módszerrel néhány diaképpel hátrébb foglalkozunk.

5 Procedure

The content of fibres shall be determined that achieves an average residual flexural strength of at least 1,5 MPa at 0,5 mm CMOD (equivalent to 0,47 mm central deflection) and an average residual flexural strength of at least 1 MPa at 3,5 mm CMOD (equivalent to 3,02 mm central deflection).



Dolanit típusú poliakril-nitril-szál (PAN-szál) vese alakú keresztmetszeténél fogva jól köt a cementkőhöz; az alkáliáknak, savaknak, kloridoknak, UV-sugárzásnak ellenáll; húzószilárdsága a textil akril-szálak húzószilárdságánál sokkal nagyobb, és vetekszik a betonacél húzószilárdságával (mintegy 600 N/mm^2).

Rugalmassági modulusa 16.000-19.000 N/mm^2, ami közel jár a cementkő rugalmassági modulusához (a víz-cement tényezőtől függően mintegy 20.000 N/mm^2 körüli érték, a polipropilén-szál rugalmassági modulusa mintegy 12.000 N/mm^2). Szakadási nyúlása mintegy 10%-kal meghaladja az acél- vagy üvegszál szakadási nyúlását (2-4%). Az alkáliáknak ellenálló Dolanit szálak átmérője 14-100 µm, a betonok és habarcsok szálerősítésére használt szálak átmérője 50-100 µm, és hossza 6-24 mm. (*Thienel, K.-Ch. – Kustermann, A.*: Sonderbetone. Faserbeton. Frühlingstrimester 2010.)

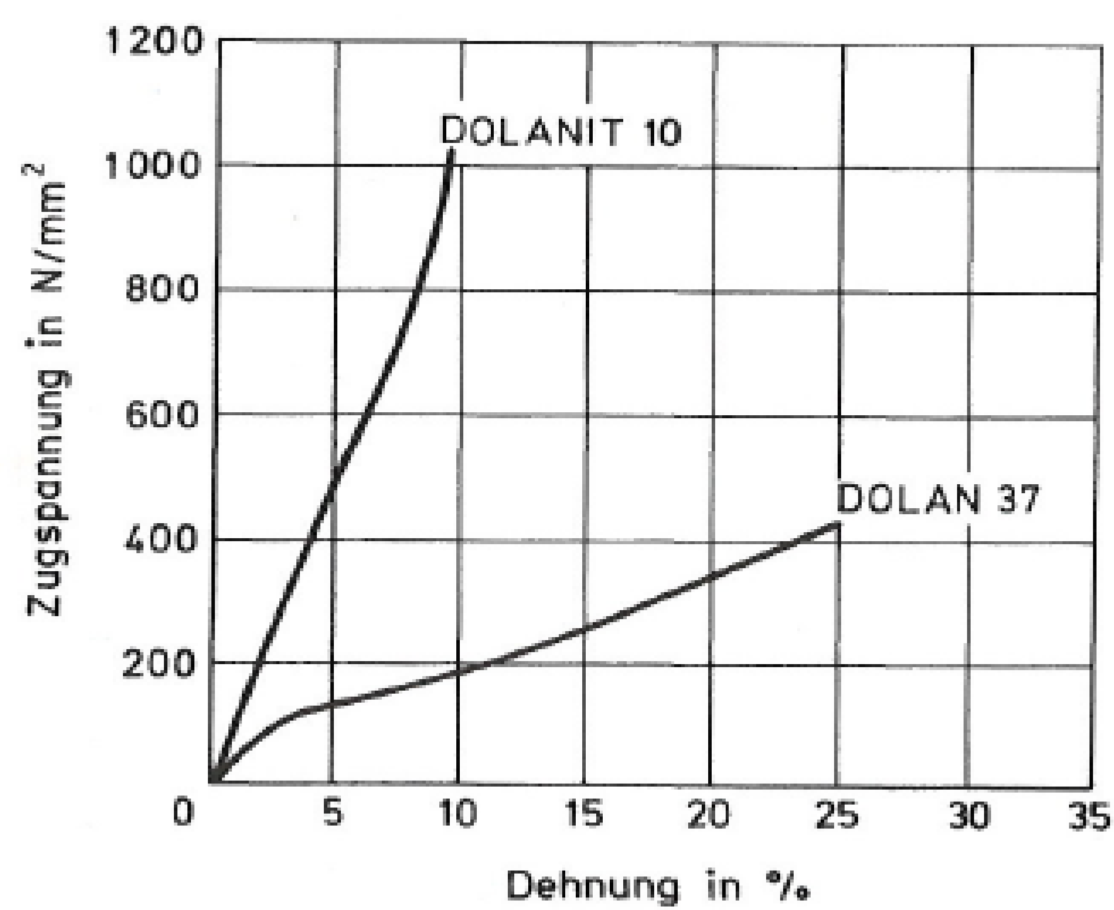
A Dolanit szálat 1960-1994 között a német Hoechst AG. (Kelheim) gyártotta, amelyből az akril-szál gyártást 1994-ben kiszervezték. A szálat ma a német DOLAN GmbH. (Kelheim) gyártja.

A „DOLANIT® Type 18” nevű PAN-szálat 4,6-8,0 mm hosszban, 1,9-6,7 dtex közötti (1 dtex = 1 gramm/10000 m) finomsággal állítják elő.

Betonhoz általában a 8,0 mm hosszú szálakat célszerű alkalmazni.

A szálakat az egyenletes eloszláshoz be lehet keverni közvetlenül a keverővízbe vagy a fél keverési idő eltelte után a betonkeverékbe. Alkalmazását szálerősítésű előregyártott betonelemek, esztrichek, habarcsok készítéséhez ajánlják.

(http://www.dolan-gmbh.de/de/dolanit-baubereich.html).



Az építőipari célú „Dolanit 10” és a textilipari célú „Dolan 37” típusú PAN-szál alakváltozás – húzófeszültség diagramjának összehasonlítása (*Hähne, H. – Schuster, K.*: Dolanit für technische Einsatzgebiete. Hochfeste Acrylfasern. Hoechst. High Chem Magazin Heft I, S. 66/70, 1986).

A Dolanit poliakril-nitril-szálat 1989-ben a debreceni Dorr-típusú szennyvíz előülepítő medencék javítása során az úszóiszap körben járó kotróhídja futópályaburkolatának betonjába kevertük, és azzal jó tapasztalatokat szereztünk.

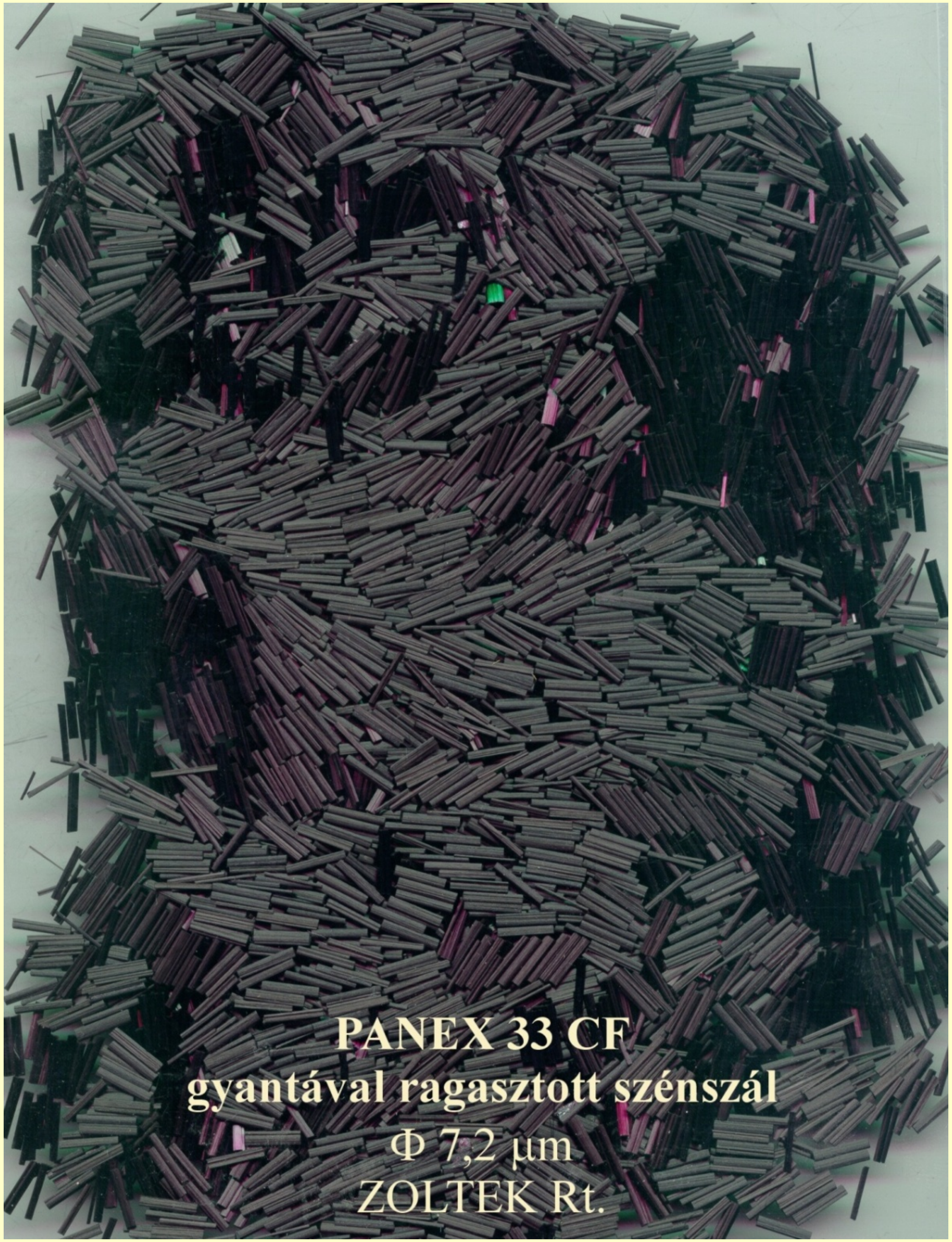


Az egykori Lábatlani Cementgyár nyersiszap keverő medencéjének keverőhídja, 2011.



Lábatlani Cementgyár nyersiszap keverő medencéjének keverőhíd pályája, 2011.
(A gyárat 2013-ban lebontották).


PANEX 33 CF
szénszál
Φ 7,2 μm
ZOLTEK Rt.


PANEX 33 CF
gyantával ragasztott szénszál
Φ 7,2 µm
ZOLTEK Rt.

ZOLTEK Zrt., Nyergesújfalu

A Zoltek Zrt. (Magyarország) a St. Louis-i (Missouri, USA) székhelyű Zoltek Companies Inc. tulajdona.

A magyarországi vállalat elődjét, a Magyar Viscosa Rt-t 1941-ben alapították.

1948-ban a gyárat államosítják, és Magyar Viscosagyár néven folytatja működését.

1958-ban megkezdik a poliamidszál gyártást Danamid márkanéven, majd 1973-ban az akrilszál gyártást Crumeron márkanéven.

1995-ben a vállalatot megvásárolta a Zoltek Companies Inc. amerikai vállalat. A megvásárlás óta a Zoltek Zrt. megszüntette egyéb termékeinek gyártását, és kizárólag az akrilszál és az abból készülő szénszál gyártásával foglalkozik.

A Zoltek Zrt. a textilipar számára állított elő akrilszálat, a módosított akrilszál (prekurzor) a szénszálgyártás alapanyaga. A Zoltek Zrt. a textilipari akrilszál gyártását szénszál prekurzor termeléssé alakította át.

1995-ben a Zoltek Companies Inc. szénszál gyártó sorokat helyezett üzembe, és a Zoltek Zrt. így jelentős szénszálgyártóvá vált.

A szénszál várhatóan a XXI. század legfontosabb építőipari anyaga lesz.

Forrás: http://zoltek.com/hungary/a-zoltek-zrt-tortenete/

PREKURZOR (Latin szó, jelentése: előanyag) = Olyan vegyület, amely kémiai folyamatok során fontos végtermékké alakul. Szűkebb értelemben egy vegyület prekurzorán az anyagcsereláncban őt közvetlenül megelőző vegyületet értik.


Gumi abroncsból gyártott,
gumiőrleményes szál
Kausay



Kausay

Gumi abroncsból gyártott gumiőrleményes szál

Néhány szál szilárdsága és rugalmassági modulusa

	Húzó-szilárdság, N/mm^2	Rugalmassági modulus, N/mm^2
Polipropilén szál	500	12.000
Poliakril-nitril (PAN) szál	500	20.000
AR (alkáliáknak ellenálló) üvegszál	2.500	80.000
Acélszál	1.500	210.000
Szénszál	2.500	300.000

Betonba keverendő szálak tömege 1,0 térfogatszázalékos adagolás esetén

	Sűrűség, kg/dm^3	1,0 térfogatszázalékos adagolás, kg/(beton m^3)
Polipropilén szál	0,90	9,0
Poliakril-nitril (PAN) szál	1,18	11,8
AR (alkáliáknak ellenálló) üveg szál	2,70	27,0
Acélszál	7,85	78,5
Szénszál	1,60	16,0

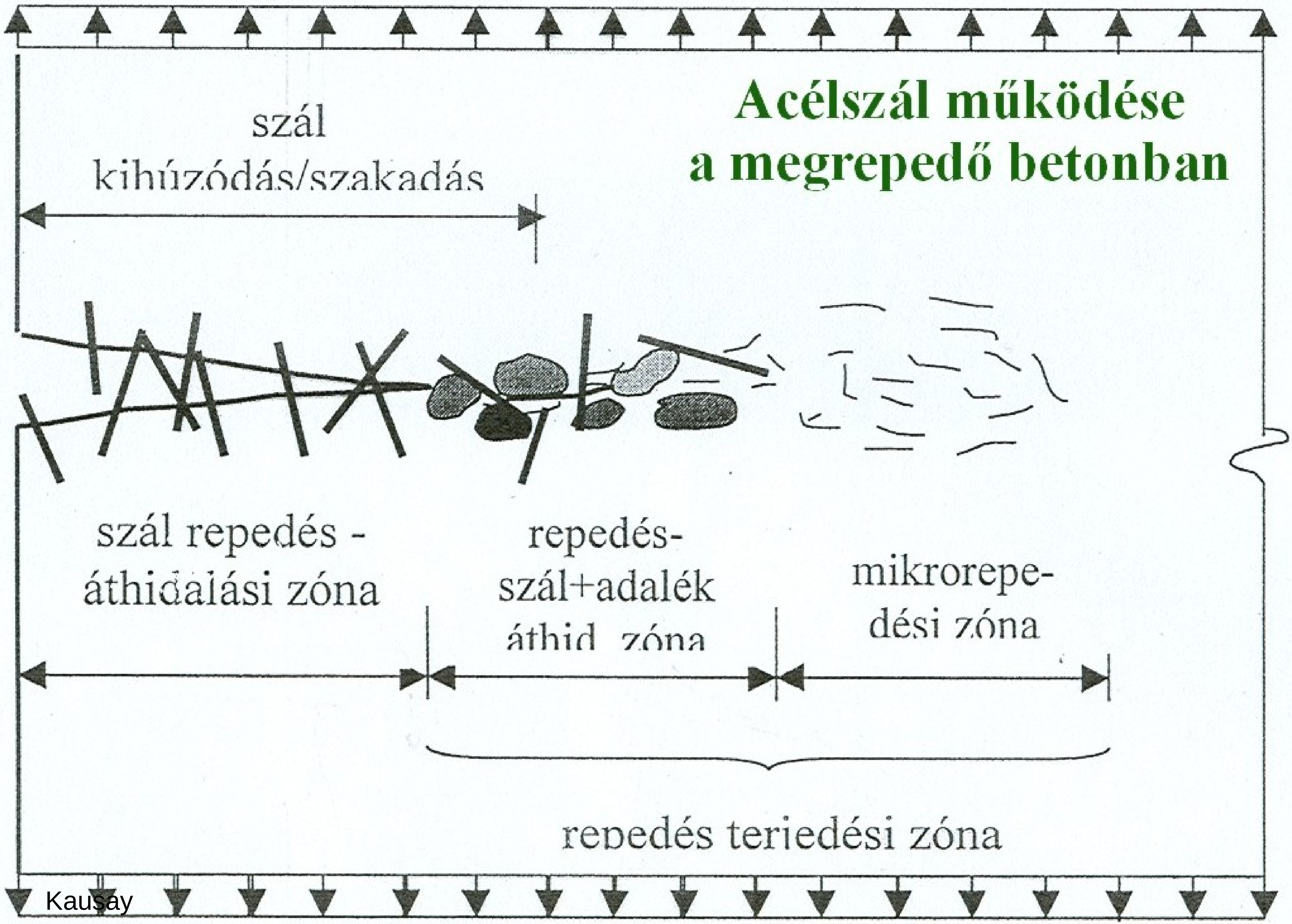
Acélszálak hatása:

- **nő a beton szívóssága (energia elnyelő képessége);**
- **nő a beton törési összenyomódása;**
- **nő a beton fáradási szilárdsága;**
- **nő a beton ütőmunkabírása;**
- **nő a beton repedésáthidaló képessége.**

Figyelem! Rossz bedolgozás esetén:

- **csökkenhet a beton rugalmassági modulusa;**
- **csökkenhet a beton szilárdsága.**

Acélszál működése a megrepedő betonban

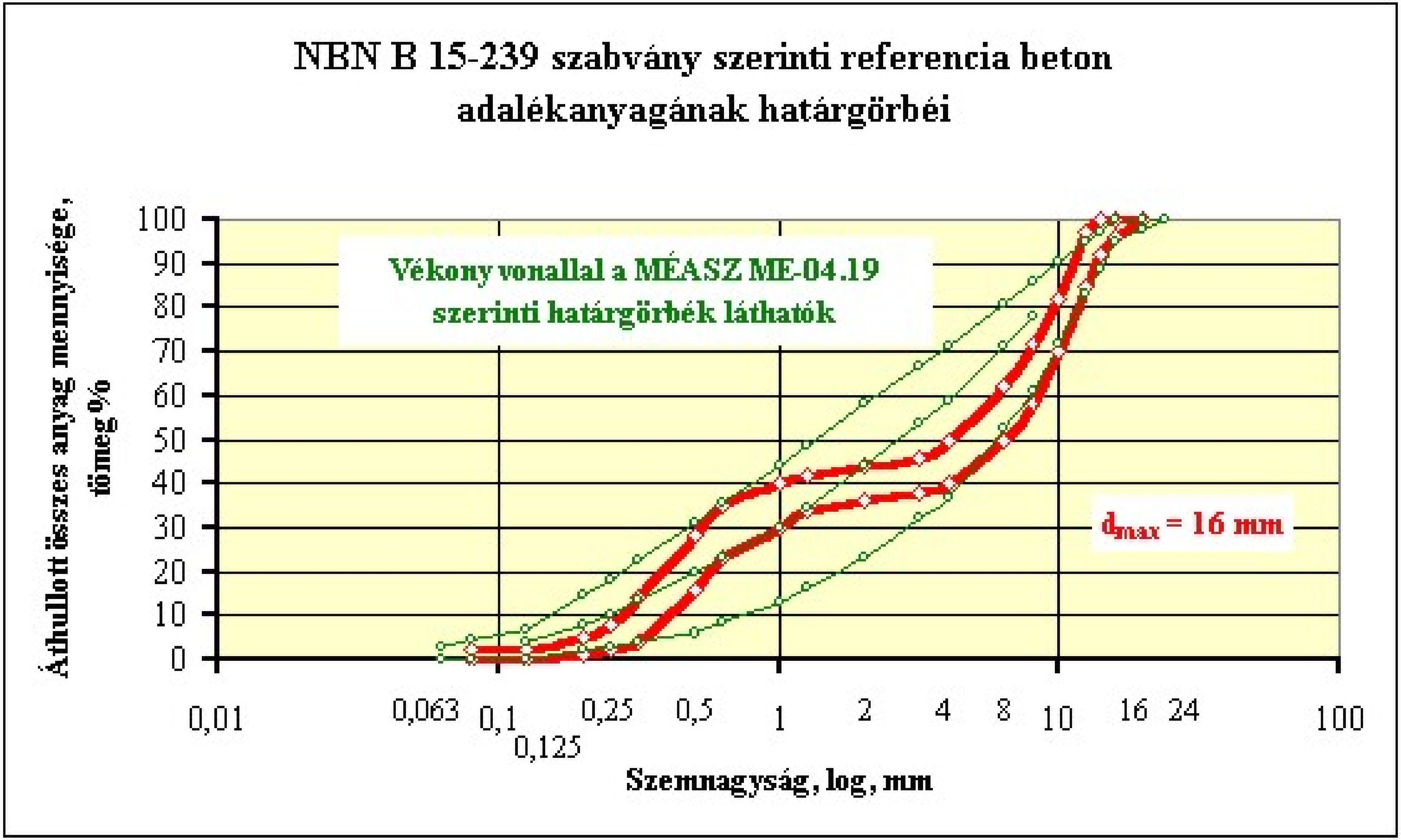


Kausay


2009/9/21 14:20
Kausay

Műanyagszálak hatása:

- a friss beton képlékeny zsugorodásából származó repedések száma és tágassága csökken, illetve az ilyen repedések teljesen megszűnnek;
- növekszik a friss beton állékonysága;
- polipropilén-szál tartalom esetén javul a beton tűzállósága; A polipropilén-szál 145 – 160 °C között megolvad, elolvad, és helyén pórusok maradnak vissza, amelyek csökkentik a betonban lévő és a hőmérséklet növekedés hatására elpárolgó víz gőznyomását


NBN B 15-239 szabvány szerinti referencia beton
adalékanyagának határgörbéi
Vékony vonallal a MÉASZ ME-04.19
szerinti határgörbék láthatók
d_{max} = 16 mm
Áthullott összes anyag mennyisége, tömeg %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0,01
0,063
0,1
0,125
0,25
0,5
1
2
4
8
10
16
24
100
Szemnagyság, log, mm

Acélszálakkal: Betonkeverés

A.

1. száraz keverék elkészítése (adalékanyag + cement)
2. szálak hozzáadása és elkeverése
3. víz (és adalékszerek) hozzáadása

Műanyagszálak estén kedvezőbb

B.

1. száraz keverék elkészítése
2. víz (és adalékszerek) hozzáadása
3. szálak hozzáadása és elkeverése

(Utóbbi történhet a mixerkocsiban is)

Műanyagszálak esetén lehetséges



Acélszál hozzáadása a transzportbeton-keverékhez a mixer-gépkocsi dobjába, az építéshelyen

A szálak betongyári bekeverése esetén a szükséges keverési idő az alapkeverék keverési idejénél (például 40 másodperc) általában 1,0 – 1,5 perccel hosszabb.

A transzportbetont a mixer-gépkocsi forgódobjában m^3-enként legalább 1,0 percig – tehát 6 m^3 beton esetén legalább 6 percig – kell a legnagyobb fordulatszámon keverni.

Ha a szálakat az építéshelyen keverik a mixer-gépkocsi dobjába, akkor a száladagolás után 2 – 3 perces keverésre van szükség, a legnagyobb dob-fordulatszám mellett.

Helytelen adagolás folytán vagy elégtelen keverés közben összecsomósodott acélszálak („sündisznó”)



Kausay

Összecsomósodott acélszálak a betonban

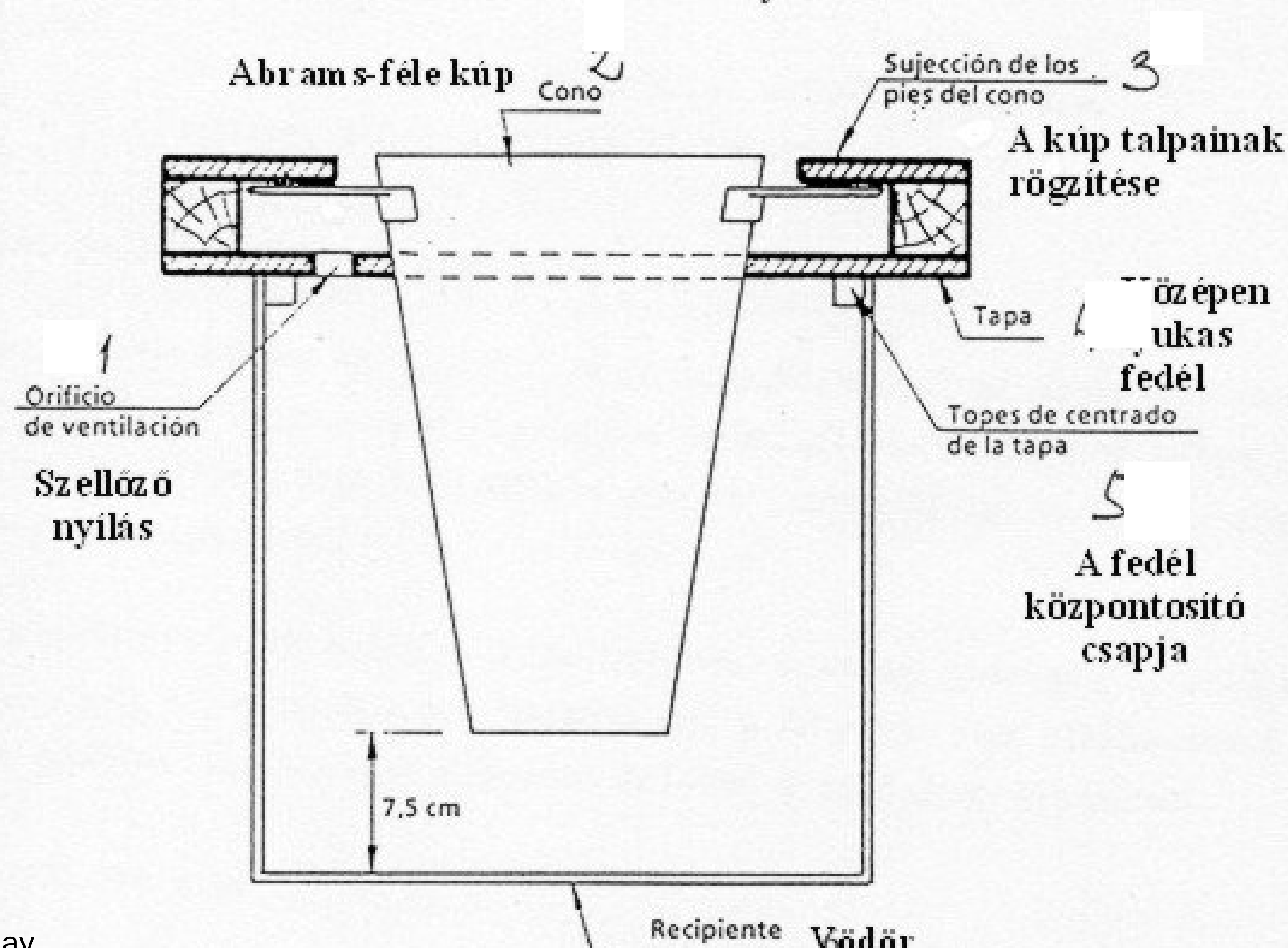


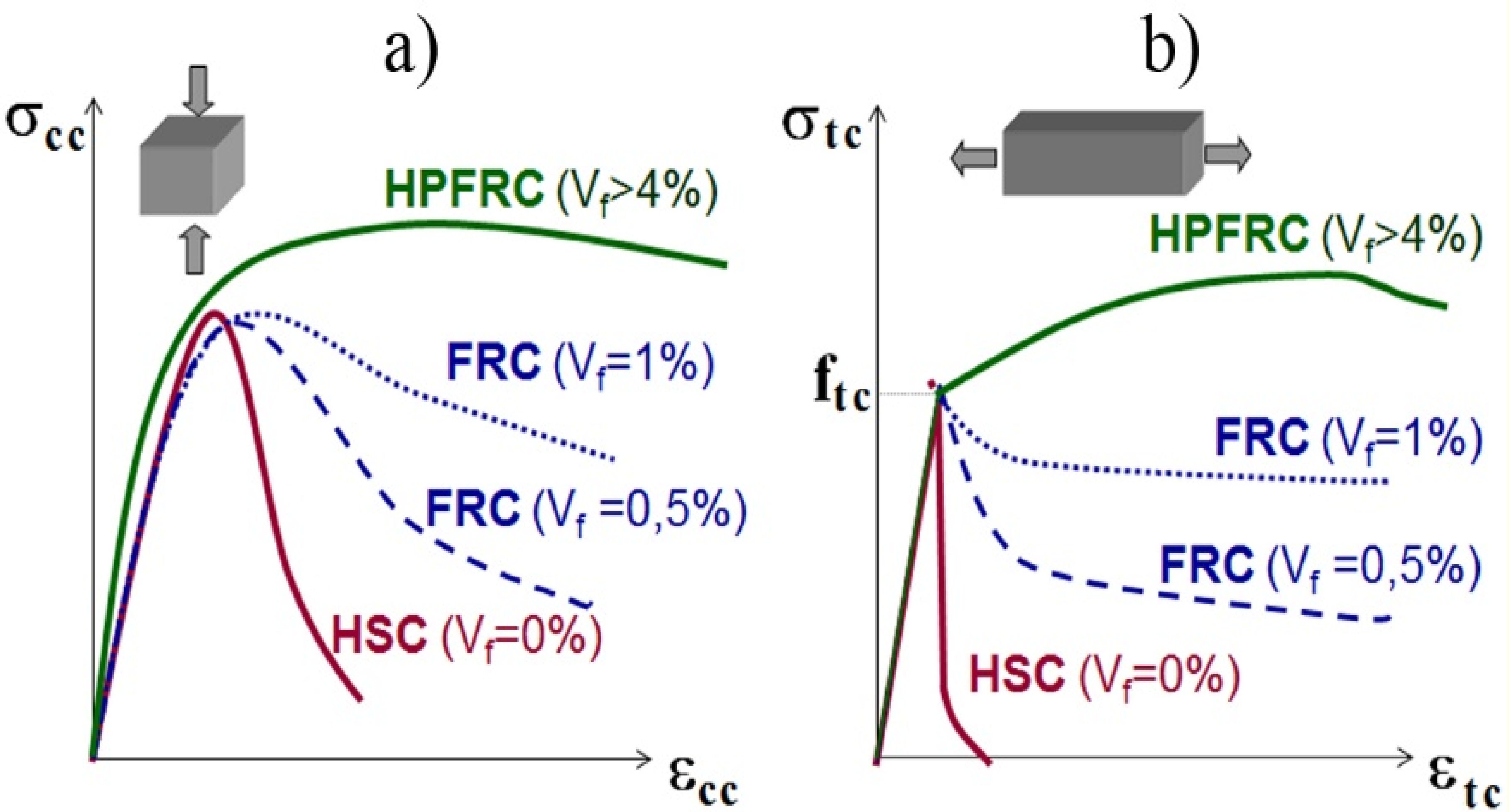
A vízoldható zsákban (például cellulóz) lévő acélszál-féleséget felnyitott zsákkal együtt lehet a készre kevert betonba bedobni. Ha azonban az ezt követő betonkeverés nem elégséges, akkor zsák-foszlányokat



lehet a friss betonban találni.

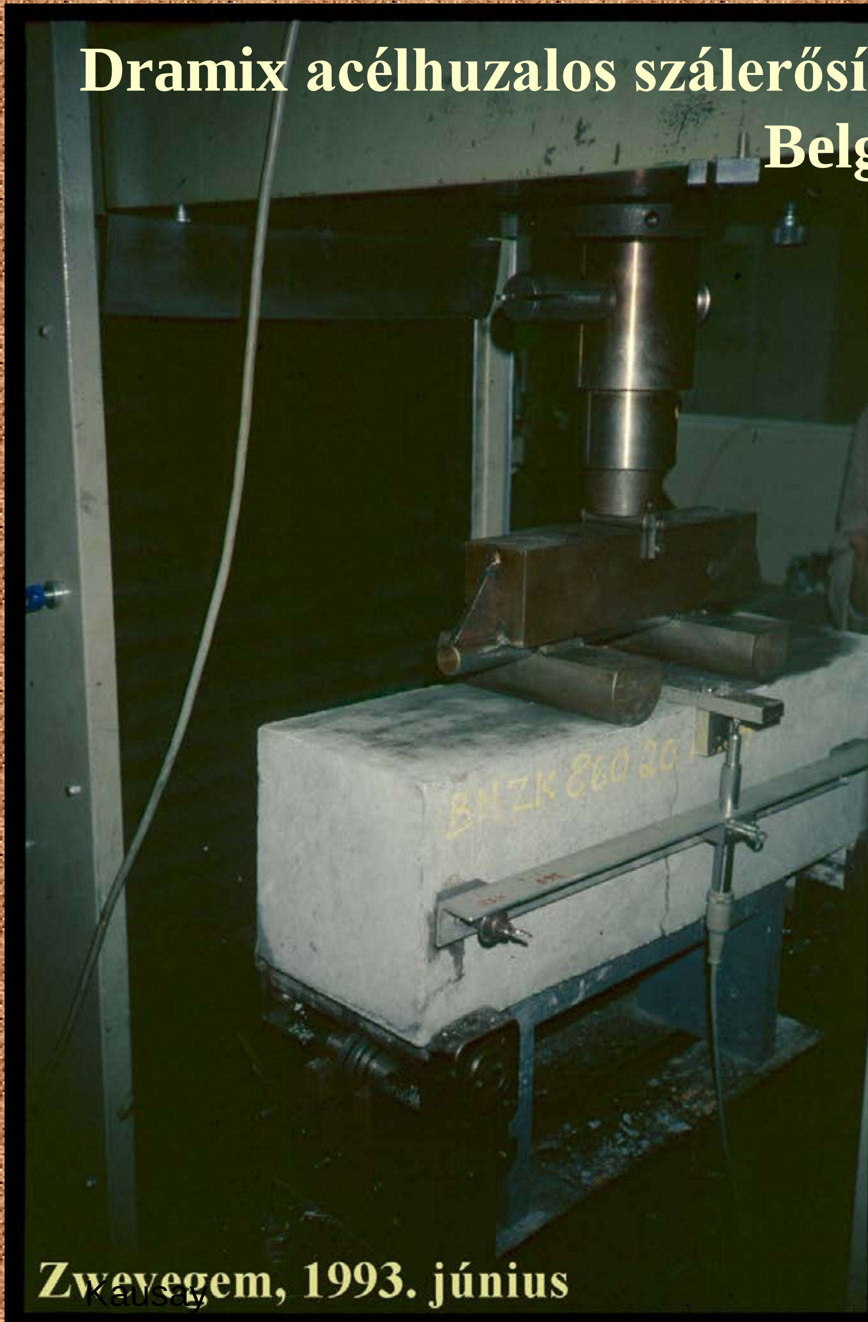
A fordított Abrams-féle roskadásmérő kúp elrendezése
a szálerősítésű betonok konzisztenciájának
UNE 83-503-88 és ASTM C 995-91 szabványok szerinti méréséhez





Szálerősítésű beton viselkedése nyomó (a), illetve húzó (b) igénybevétel hatására a száltartalomtól függően. Forrás: *Czoboly Olivér:* „A keverési idő és a keverési mód hatása a szálak és a szálerősítésű betonok jellemzőire" című PhD. értekezésének (BME, 2016.) 15. ábrája „*Orbán Z.*, *Balázs L. Gy.* (2014): „Szerkezet rehabilitáció nagy száltartalmú betonnal", előadásdia, 23. pp." hivatkozással

Dramix acélhuzalos szálerősítésű beton hajlító-húzó vizsgálata Belgiumban



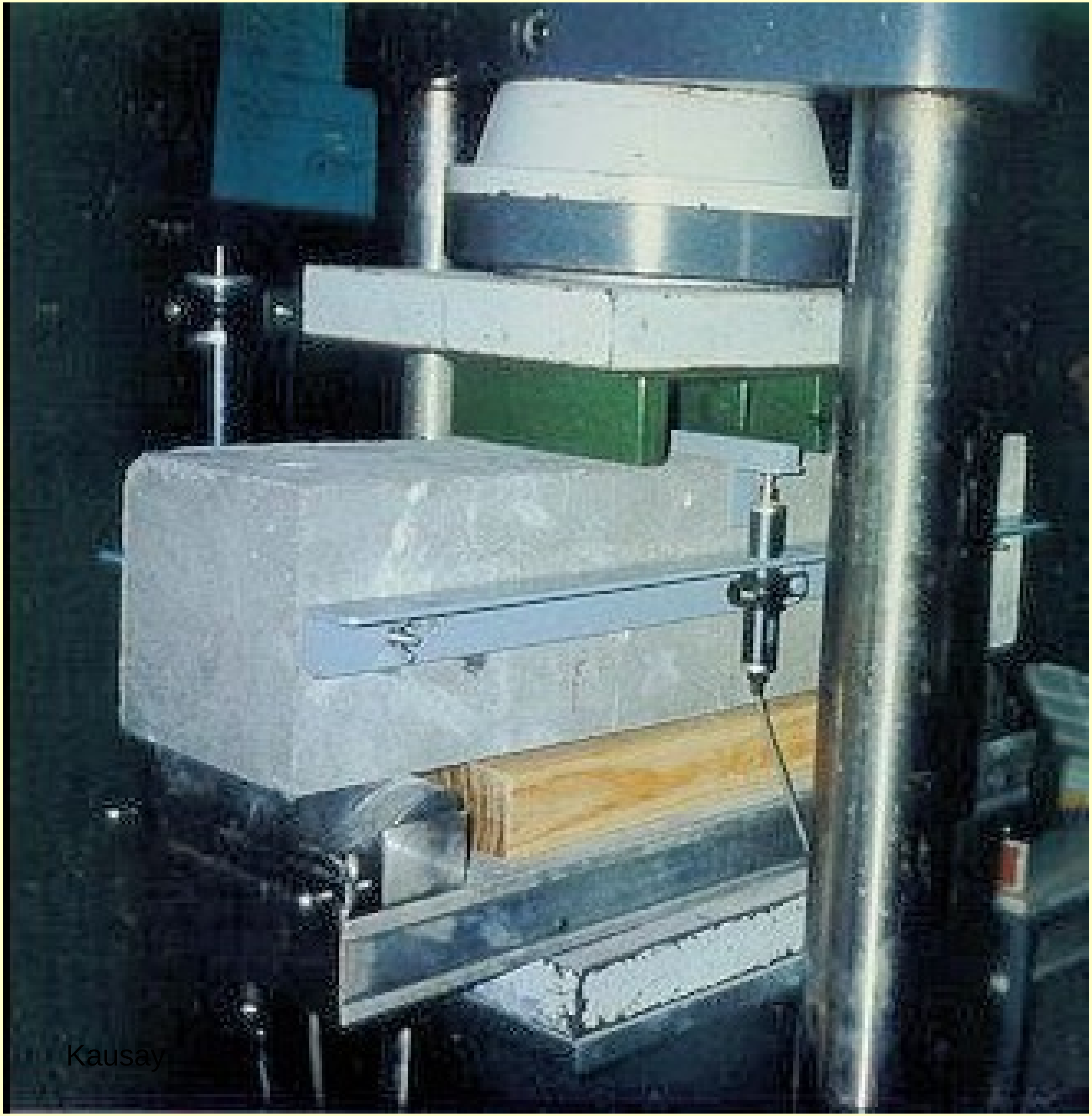
Zwevegem, 1993. június



Zwevegem, 1993. június

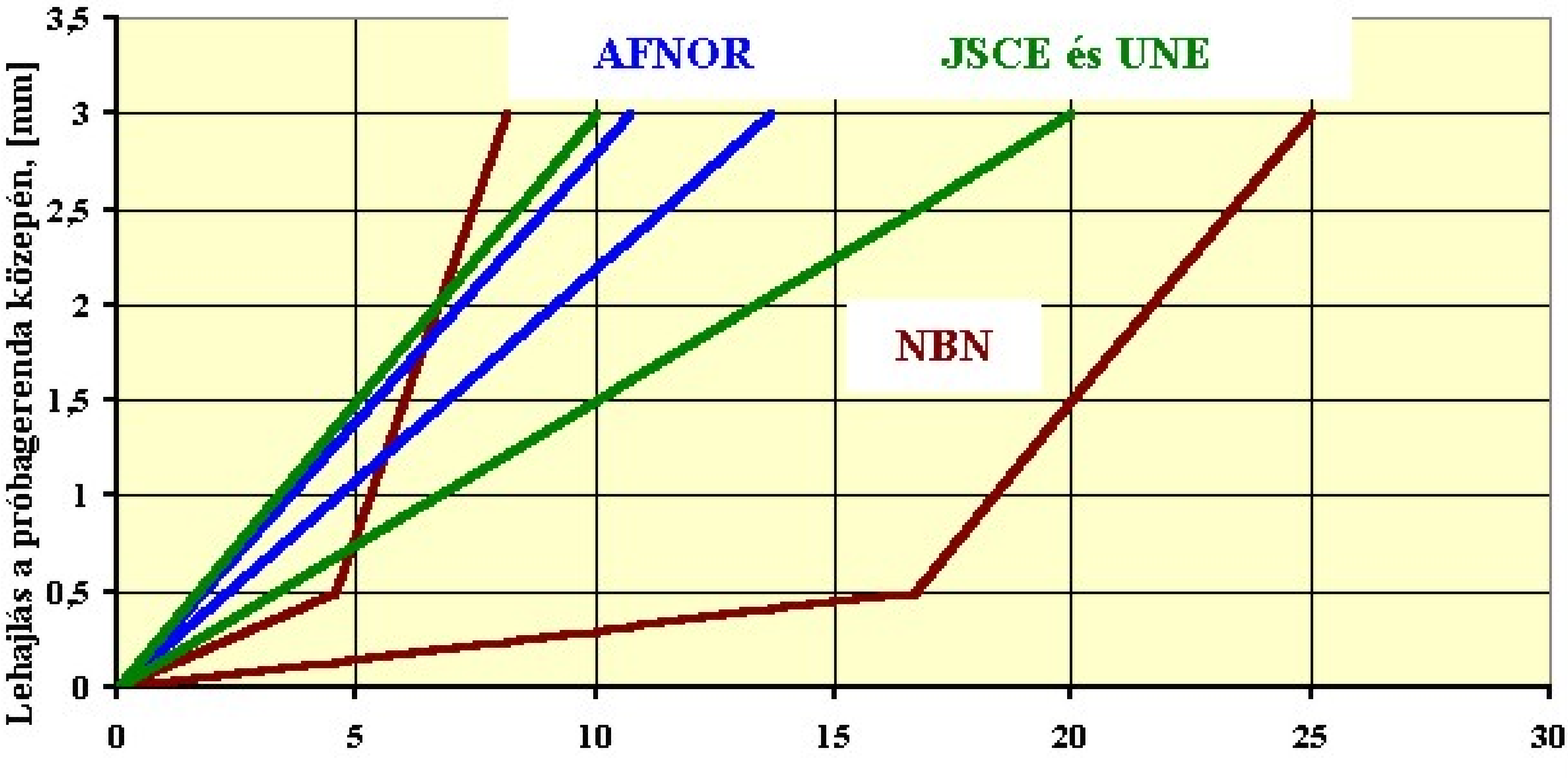


Zwevegem, 1993. június

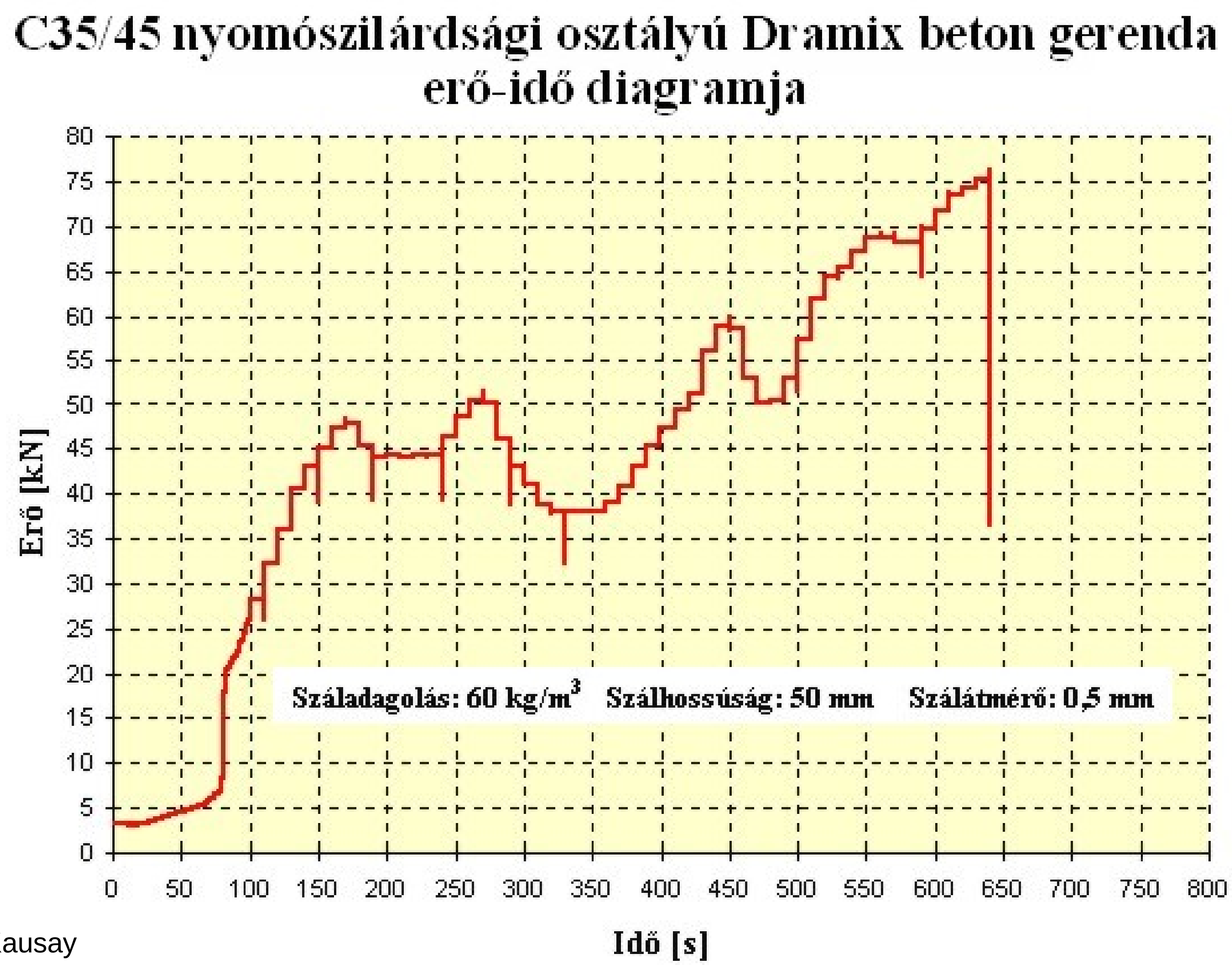


Dramix acélhuzalos szálerősítésű beton hajlító-húzó vizsgálata. SZIKKTI, Budapest, 1993

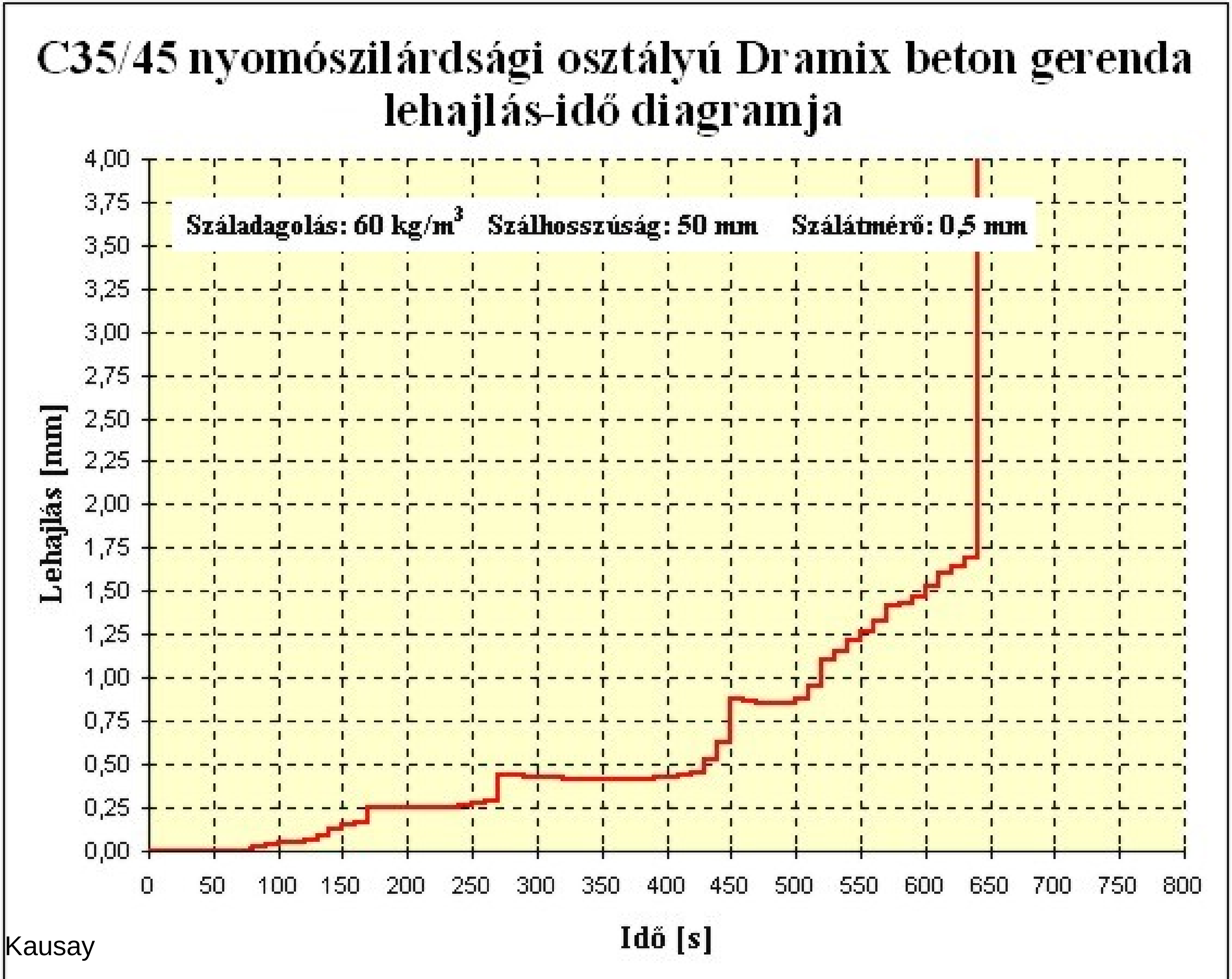
Szálerősítésű beton próbagerenda előírt lehajlása – lehajlás-vezérelt terhelőerő hatására – az idő függvényében



Kausay

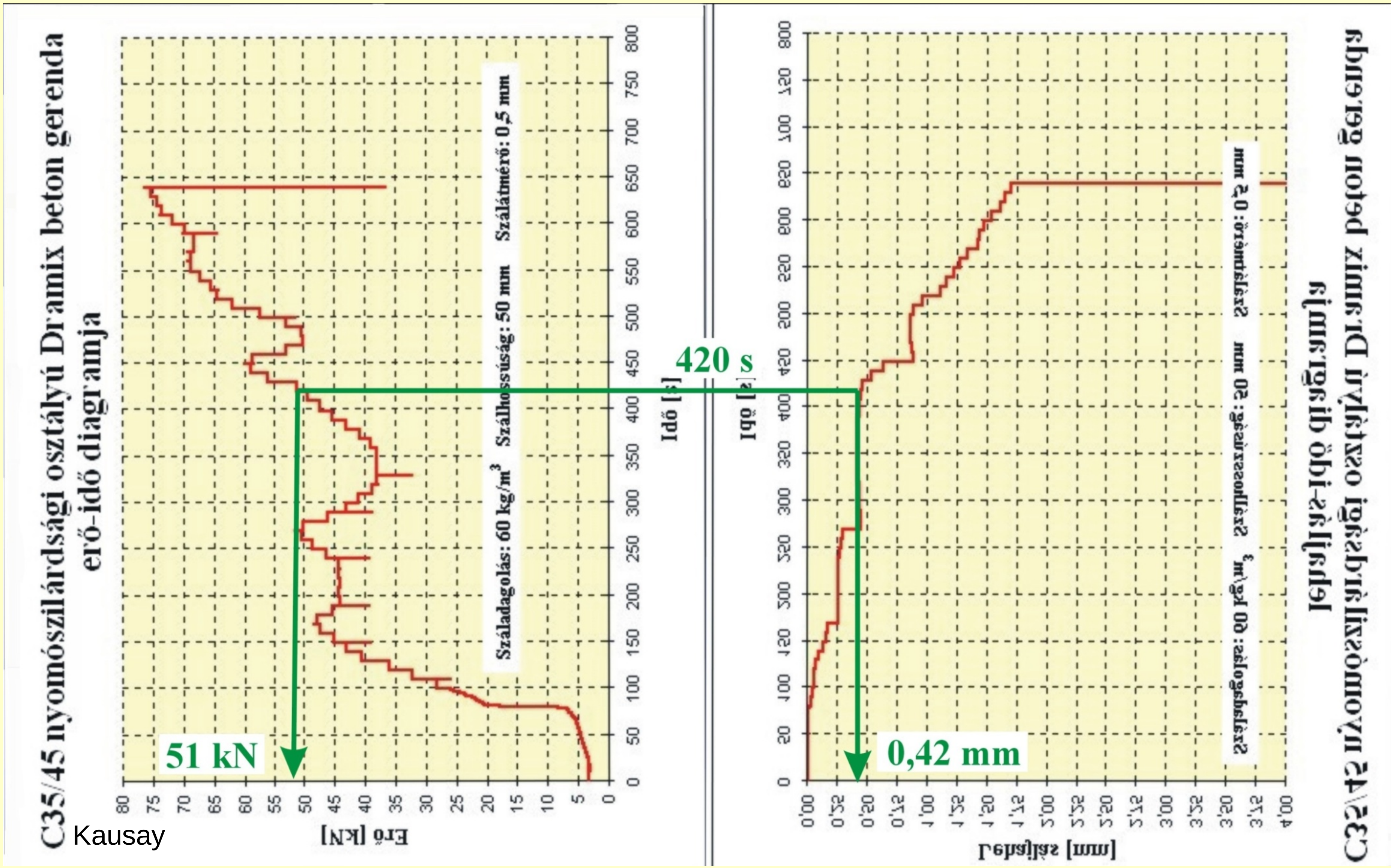

C35/45 nyomószilárdsági osztályú Dramix beton gerenda erő-idő diagramja
Erő [kN]
Idő [s]
Száladagolás: 60 kg/m³
Szálhossúság: 50 mm
Szálátmérő: 0,5 mm
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800

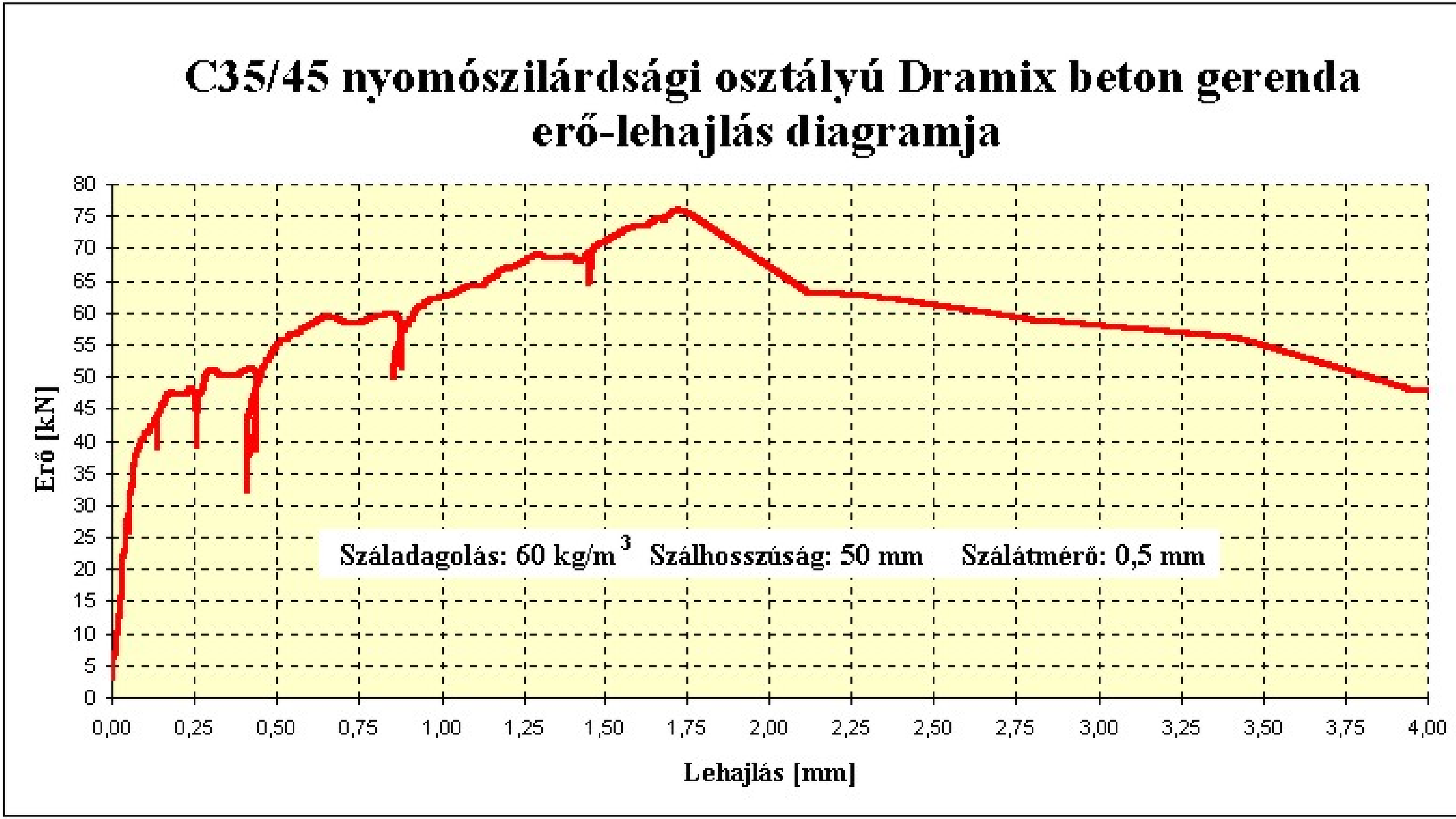
Kausay


C35/45 nyomószilárdsági osztályú Dramix beton gerenda lehajlás-idő diagramja
Száladagolás: 60 kg/m3
Szálhosszúság: 50 mm
Szálátmérő: 0,5 mm
Lehajlás [mm]
4,00
3,75
3,50
3,25
3,00
2,75
2,50
2,25
2,00
1,75
1,50
1,25
1,00
0,75
0,50
0,25
0,00
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
Idő [s]

Kausay

Az erő-lehajlás diagram szerkesztése





Az ábra jól kifejezi a szálerősítésű beton hajlítási szívósságát, azaz a jelenséget, hogy a hajlított gerenda az első repedés megjelenése után „nem törik ketté”, hanem további erő felvételére képes, miközben lehajlása – akár konstans vagy enyhén csökkenő erő mellett is – nő.

SZÍVÓSSÁG FOGALMA

Szívósság németül: Zähigkeit, Tenazität
Szívósság angolul: Toughness, tenaciousnes, tenacity
Szívósság franciául: Ténacité

A szívósság az anyagok repedéssel vagy töréssel szembeni ellenállásának kifejezője. A jelenség képlékeny alakváltozás mellett energia-felvétellel jár, ezért jellemezhető az erő – elmozdulás diagram alatti területtel. Tipikusan szívós anyag a legtöbb fém.

A szívósság ellentéte a ridegség. Rideg anyag például az öntött vas, az edzett acél, a kő, az üveg, a finom kerámia stb.

Folyadékok esetén nyúlósságról (sűrűnfolyósságról) beszélünk, amelynek kifejezője a viszkozitás. A viszkozitás reciproka a fluiditás (folyékonyság).

A szívósság anyag-specifikus fogalom, mást értünk a beton, és mást például az acél, a fa stb. szívóssága alatt. (Más tudományágakban egész más jelentése lehet, például a mikrobiológiában a szívósság a baktériumok kedvezőtlen feltételek közötti túlélését jelenti.)

A hajlító vizsgálat és a hajlítási szívósság fogalomköre

- **Első repedéshez tartozó lehajlás** (δ)
- **Terhelőerő az első repedésnél** (F_r vagy F_0)
- **Hajlító-húzófeszültség az első repedésnél** (f_r vagy σ_0)
- **Parazita jelenség** az első repedés környezetében
- **Legnagyobb terhelőerő** (F_u vagy F_m)

Kausay

- **Szabványos (szokványos) hajlító-húzószilárdság vagy legnagyobb hajlító-húzófeszültség (f_u)**

- **Átlagos konvencionális terhelőerő, amelyhez a hajlítási szívósság B_n munka-modulusa tartozik ($F_{m,n}$)**

- **Konvencionális hajlító-húzófeszültség, amely az átlagos konvencionális terhelőerőből ébred ($f_{f,n}$)**

- **Megkülönböztetett lehajlásokhoz tartozó terhelőerők (F_n)**

Kausay

- **Hajlítási szívósság *viszonyított erő-modulusa*** ($D_n=F_n/F_r$ vagy $d_n=F_n/F_0$) [-]
- **Hajlítási szívósság *munka-modulusa*** (Valamely megkülönböztetett lehajlással határolt, erő-lehajlás görbe alatti terület. Jele: B_n vagy $T_{i=(2*k)-1}$, ahol k az első repedéshez tartozó lehajlás többszöröse és így a megkülönböztetett lehajlás $k*\delta$, valamint általában i=1, 5, 10, 20) [N*mm]

- **Hajlítási szívósság *első-repedési munka-modulusa*** ($T_\delta = T_{i=1}$ = az első repedéshez tartozó lehajlással határolt, erő-lehajlás görbe alatti terület, amely esetén k=1) [N*mm]

- **Hajlítási szívósság *viszonyított munka-modulusa***, amit ***szívóssági index*** néven hívnak ($I_i = T_i / T_\delta$ és általában i=1, 5, 10, 20) [-]

- **Maradék szívóssági tényező** ($R_{5,10} = 20 * \{I_{10} - I_5\}$ vagy $R_{10,20} = 10 * \{I_{20} - I_{10}\}$) [-]
  Értéke tökéletesen képlékeny viselkedés esetén: 100, teljesen rugalmas beton esetén: 0.

- **Hajlító-húzószilárdság a próbahasáb első repedésénél** $R_{fr} = F_r \cdot \ell/(b \cdot h^2)$
- **Legnagyobb hajlító-húzószilárdság**

$$R_{fu} = F_u \cdot \ell/(b \cdot h^2)$$

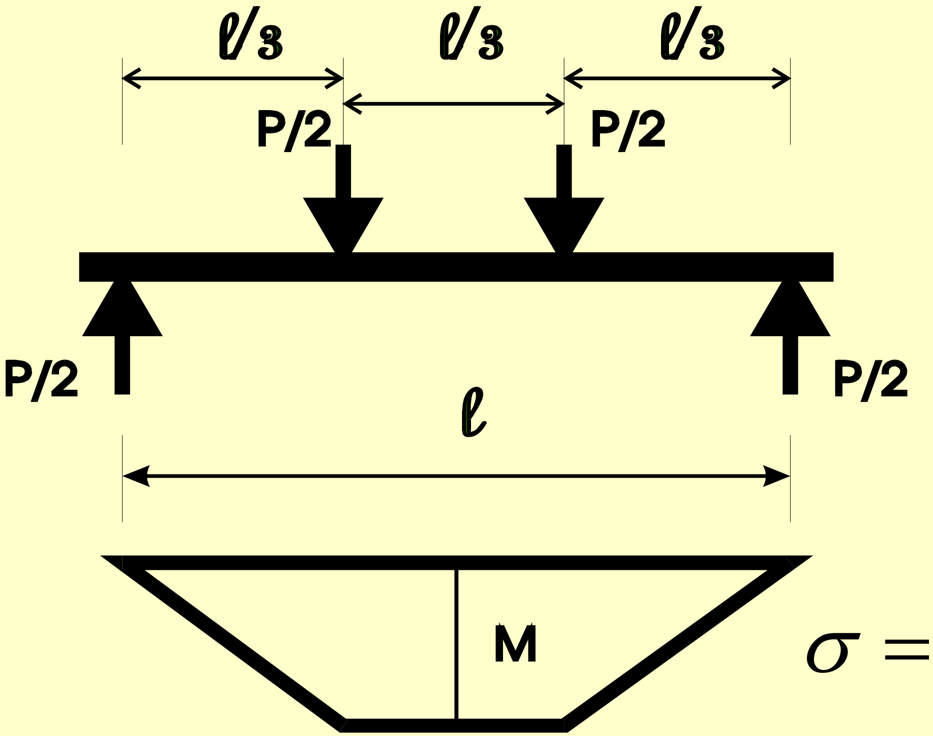
- **Átlagos hajlító-húzószilárdság, amelyhez ℓ/n = 450/n lehajlás tartozik, ahol n = 300 és 150**

$$R_{fn} = B_n \cdot n/(b \cdot h^2)$$

ahol:

F_r =	terhelőerő az első repedésnél [N]
F_u =	legnagyobb terhelőerő [N]
ℓ =	próbahasáb fesztávolsága (450 mm)
B_n =	erő-lehajlás görbe alatti terület, ha a lehajlás ℓ/n = 450/n, ahol n = 500, 300, 150
b =	próbahasáb szélessége (150 mm)
h =	próbahasáb magassága (150 mm)

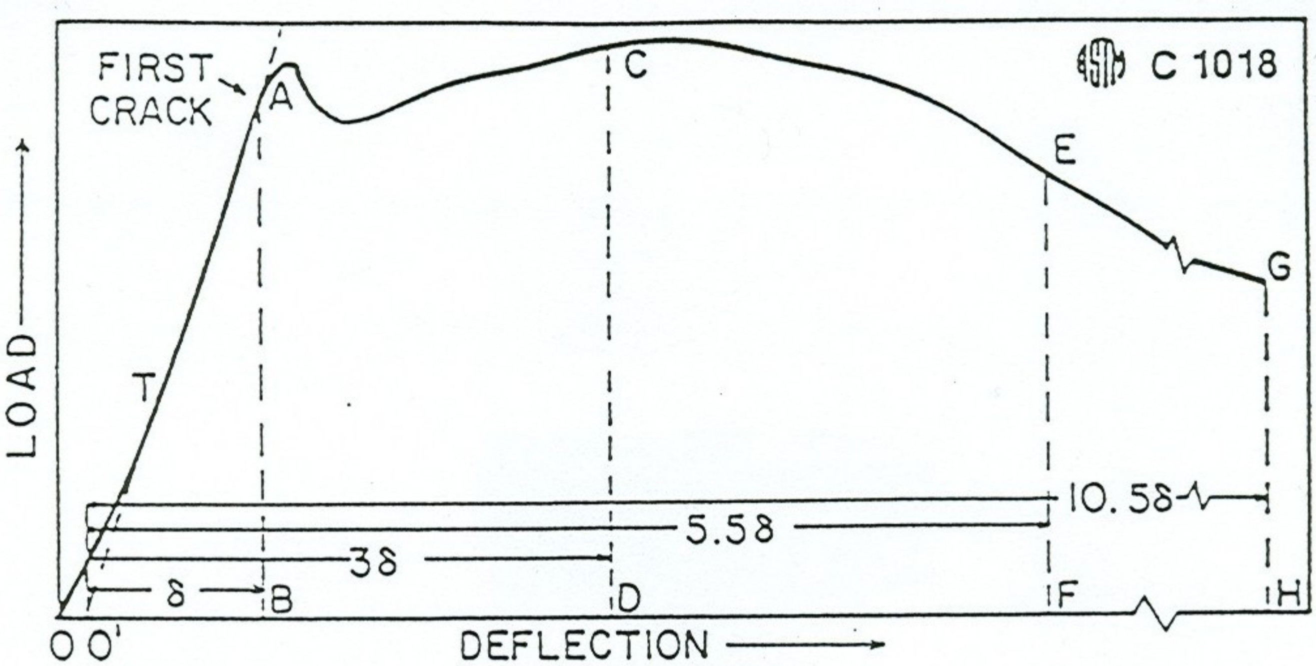
Támaszköz harmad-pontjaiban terhelt kéttámaszú tartó hajlító-húzószilárdsága



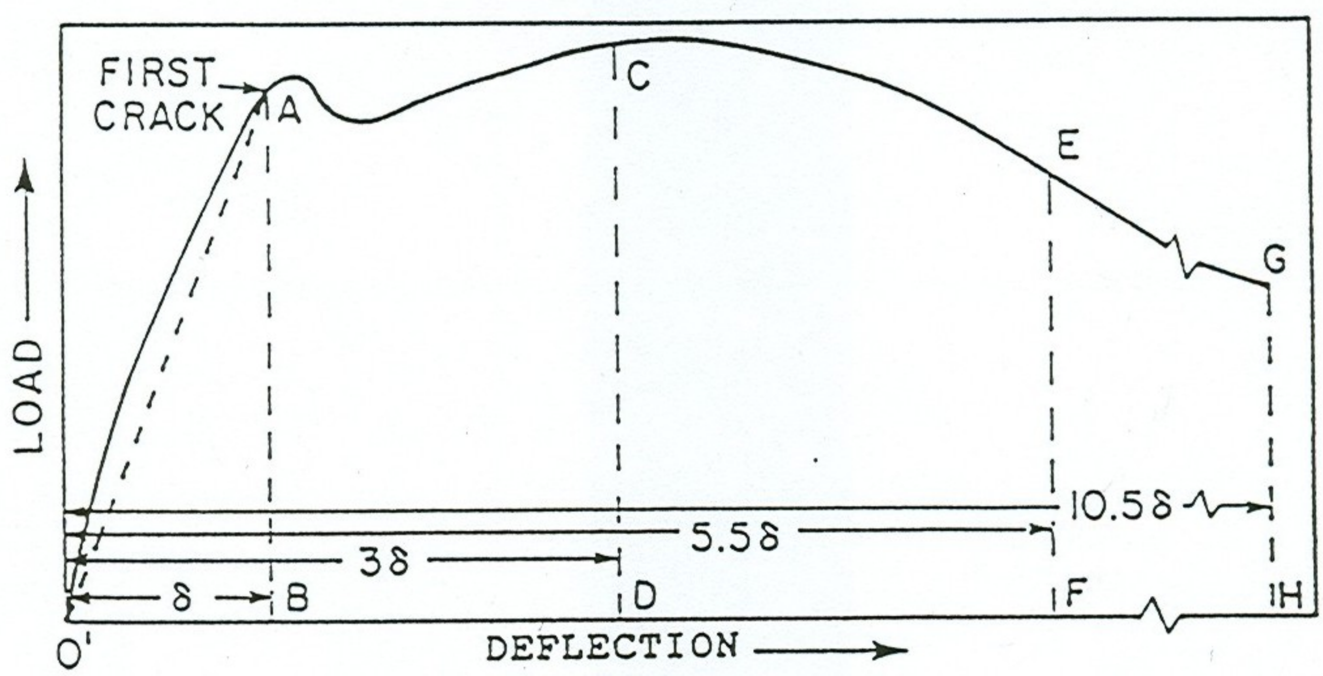
$$\sigma = \frac{M}{K} = \frac{P \cdot l}{6} / \frac{a \cdot b^2}{6} = \frac{P \cdot l}{a \cdot b^2}$$

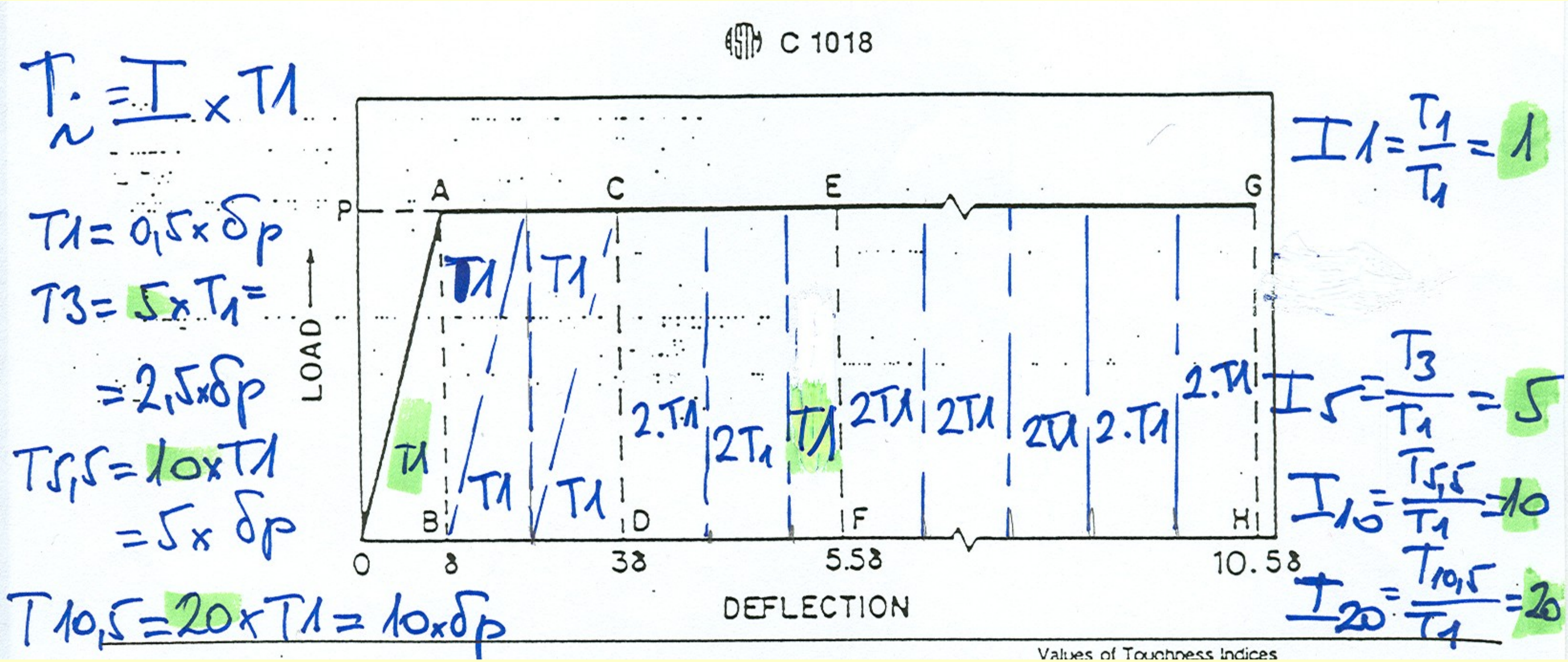
Lehajlás a tartó támaszközepén:

$$\eta = c \cdot \frac{P \cdot l^3}{2 \cdot E \cdot I} = \frac{23}{2 \cdot 648} * \frac{P * l^3}{E * I}$$



(a) Concave upwards to first crack




C 1018
$T_i = I \times T1$
$T1 = 0{,}5 \times \delta p$
$T3 = 5 \times T_1 = 2{,}5 \times \delta p$
$T5{,}5 = 10 \times T1 = 5 \times \delta p$
$T10{,}5 = 20 \times T1 = 10 \times \delta p$
P
A
C
E
G
B
D
F
H
LOAD
DEFLECTION
0
δ
3δ
5.5δ
10.5δ
$I1 = \frac{T_1}{T_1} = 1$
$I_5 = \frac{T_3}{T_1} = 5$
$I_{10} = \frac{T_{5,5}}{T_1} = 10$
$I_{20} = \frac{T_{10,5}}{T_1} = 20$
Values of Toughness Indices

Hajlító vizsgálati jellemzők

Jel	F_r	F_u	n	ℓ/n	F_n	B_n	D_n	$R_{f,r}$	$R_{f,u}$	$R_{f,n}$
	kN	kN	-	mm	kN	N.mm	-	N/mm^2	N/mm^2	N/mm^2
E1 C35/45	25,70	25,70								
E2 C35/45	23,59	23,59								
E3 C35/45	27,07	27,07								
9-1	47,69	75,5	600	0,75	59,75	-	1,253	6,4	10,1	-
			500	0,90	-	45956	-	-	-	-
			450	1,00	62,70	-	1,315	-	-	-
			300	1,50	71,24	85364	1,494	-	-	7,6
			150	3,00	-	-	0,000	-	-	0,0

E = etalon

F_r = terhelőerő az első repedésnél
F_u = legnagyobb terhelőerő
ℓ = 450 mm, támaszköz
ℓ/n = lehajlás
F_n = terhelőerő az ℓ/n lehajlásnál

B_n = erő-lehajlás görbe alatti terület,
munka-modulus, hajlítási szívósság
$D_n = F_n/F_r$ = viszonyított erő-modulus,
relatív hajlítási szívósság
$R_{f,r}$ = hajlító-húzószilárdság az első repedésnél
$R_{f,u}$ = hajlító-húzószilárdság legnagyobb értéke
$R_{f,n}$ = hajlító-húzószilárdság átlag értéke, amelyhez
$\ell/n = 450/n$ lehajlás tartozik, ahol n = 300 és 150

Szálerősítés nélküli betonhasáb hajlítása
1. fénykép



Kausay

Szálerősítés nélküli betonhasáb hajlítása
2. fénykép



Acélszál erősítésű betonhasáb hajlítása
1. fénykép



Acélszál erősítésű betonhasáb hajlítása
2. fénykép



Acélszál erősítésű betonhasáb hajlítása
3. fénykép



Kausay



Acélszál erősítésű betonhasábok hajlítás után

SZÁMPÉLDA A FÉNYKÉPEKEN LÁTOTT 160·40·40 mm méretű betonhasábok hajlító vizsgálatára 100 mm támaszközön

A hajlító-húzószilárdság:

$$f = \frac{M}{K} = \frac{F \cdot \ell}{4} \cdot \frac{6}{a \cdot b^2} = \frac{F \cdot 100 \cdot 6}{4 \cdot 40^3} =$$

$$= 0{,}0023437 \cdot F \qquad [N/mm^2]$$

A szálerősítés nélküli betonhasáb hajlító-húzószilárdsága;

ha F = 4600 N: $f = 0{,}0023437 \cdot 4600 = 10{,}8\ N/mm^2$

Az acélszál erősítésű betonhasáb hajlító-húzószilárdsága (hajlító-húzófeszültsége az első repedés helyén);

ha F = 5000 N: $f = 0{,}0023437 \cdot 5000 = 11{,}7\ N/mm^2$

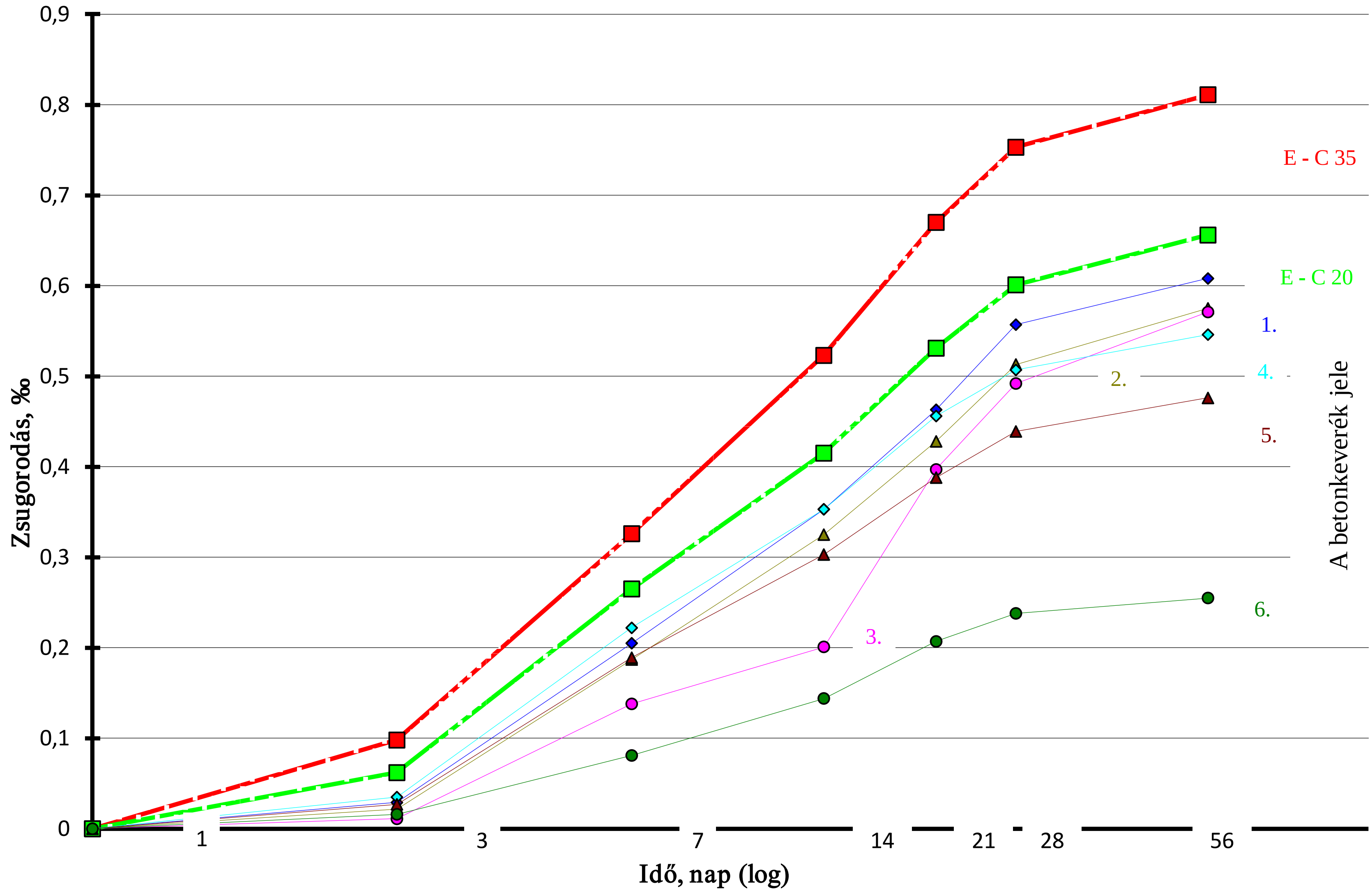
Ajánlom szíves figyelmükbe a

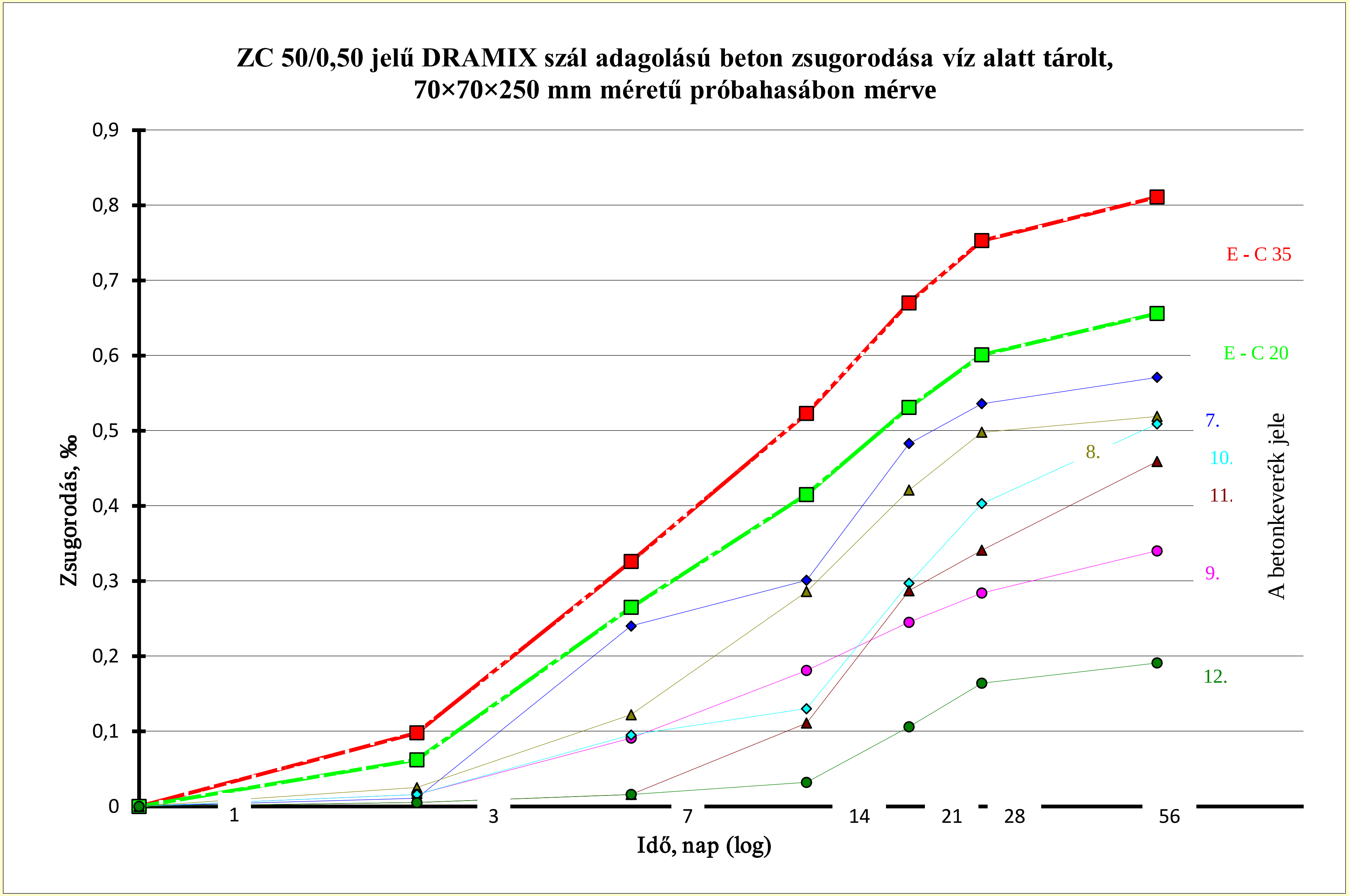
http://www.betonopus.hu/notesz/kutyanyelv/szalerositesu.mp4

helyen található rövid filmet
a szálerősítésű beton próbahasábok hajlításáról

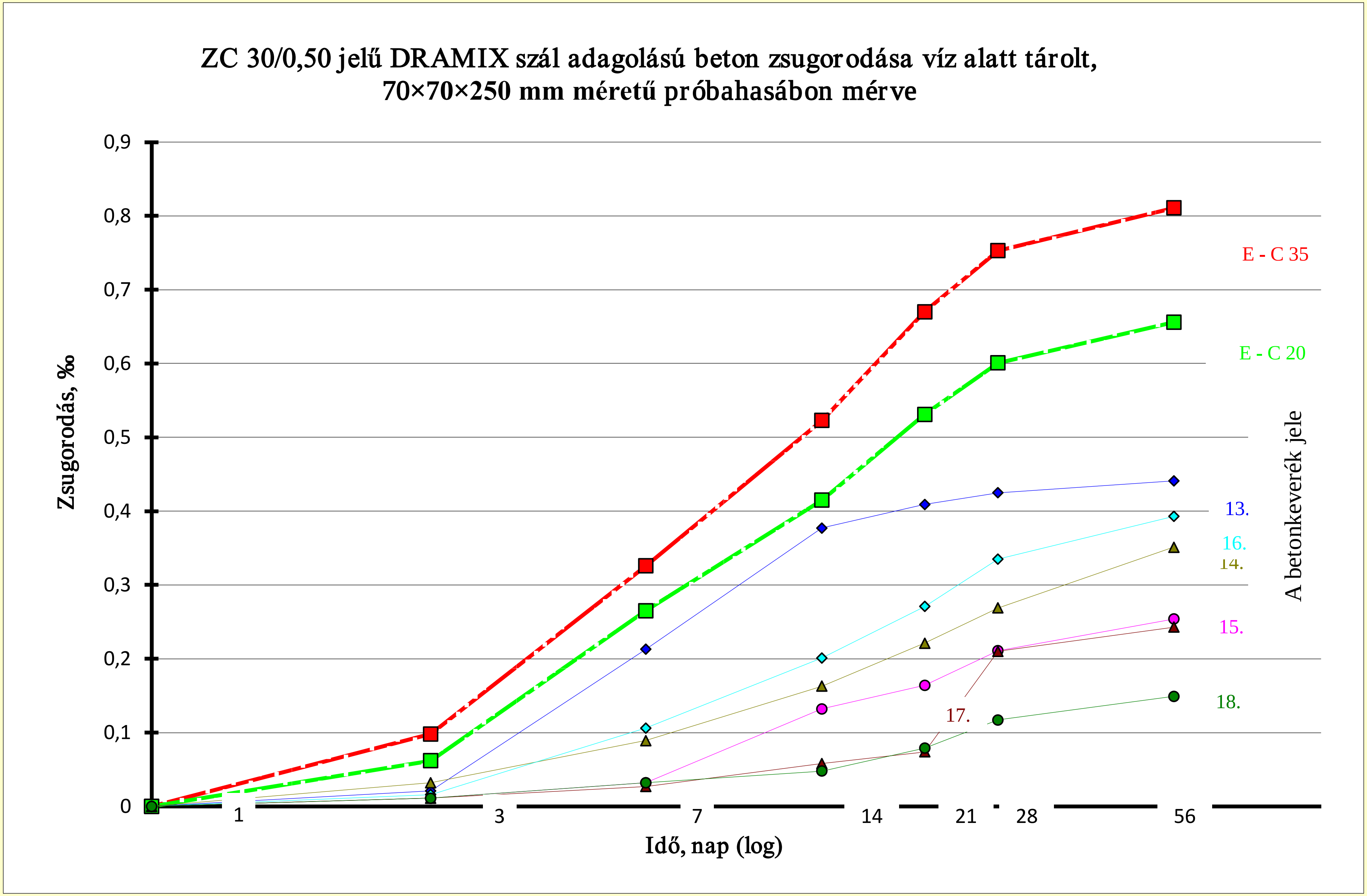
Kausay

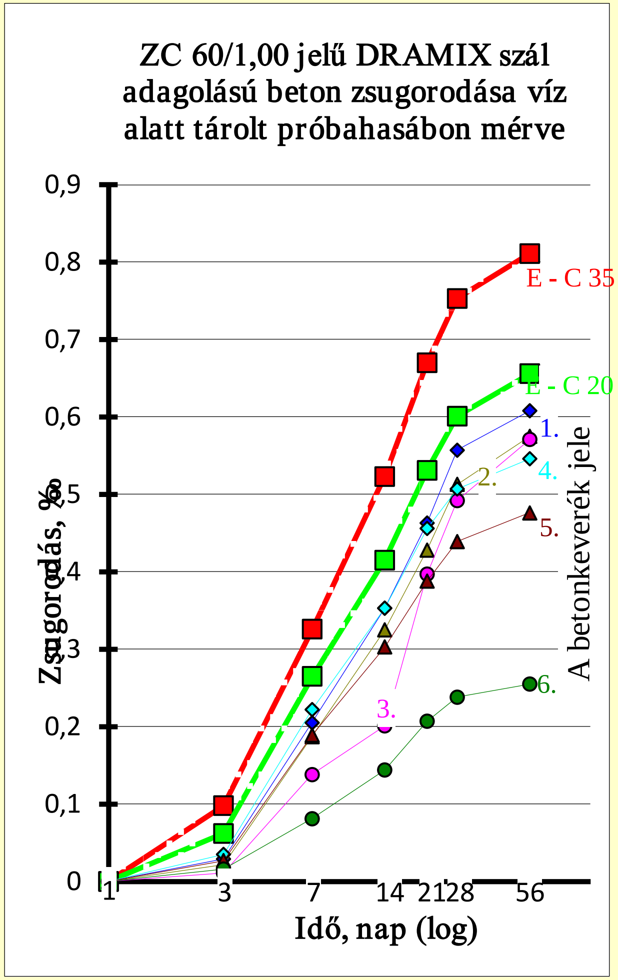
ZC 60/1,00 jelű DRAMIX szál adagolású beton zsugorodása víz alatt tárolt, 70×70×250 mm méretű próbahasábon mérve

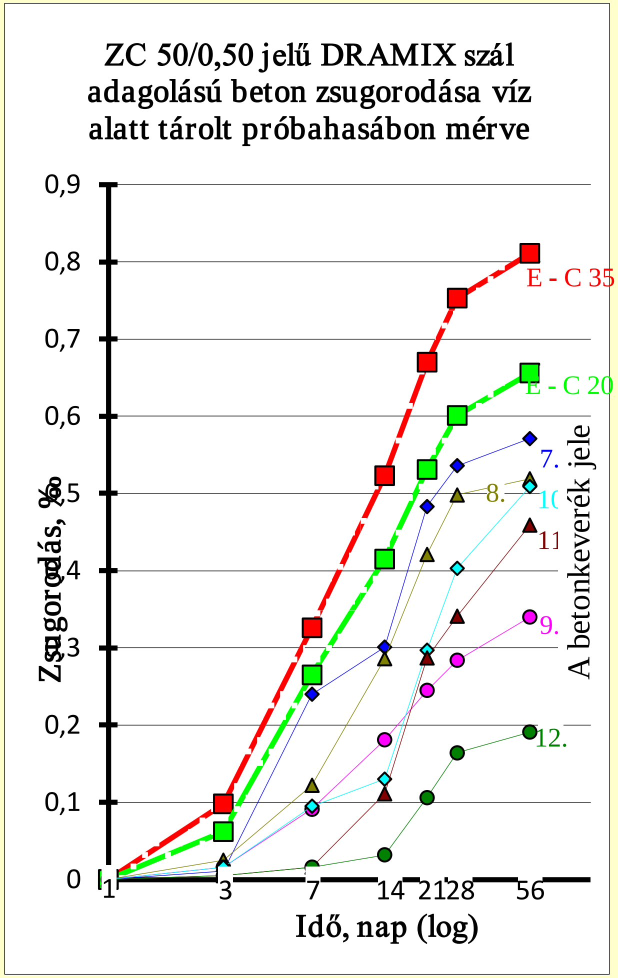


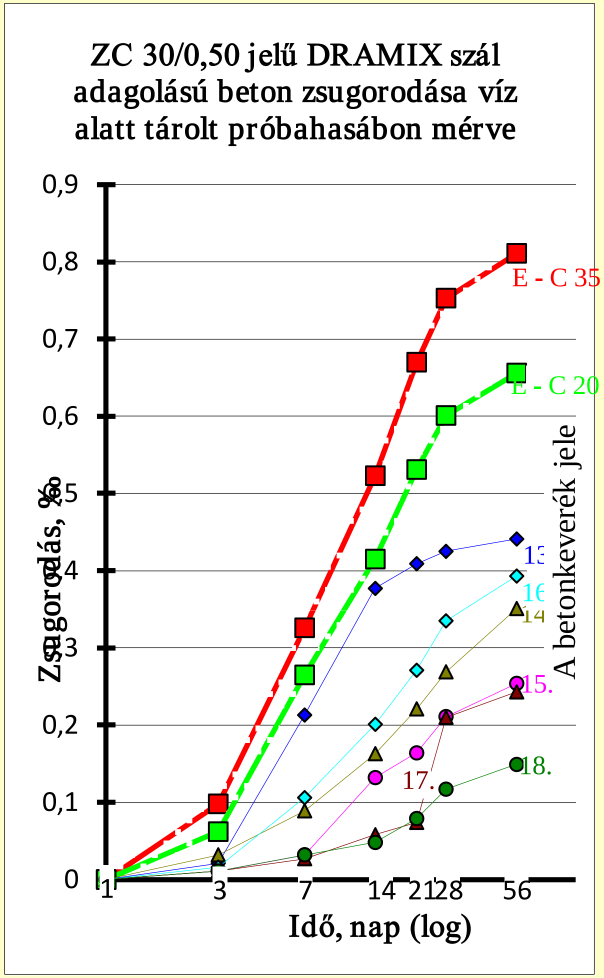


ZC 50/0,50 jelű DRAMIX szál adagolású beton zsugorodása víz alatt tárolt,
70×70×250 mm méretű próbahasábon mérve
Zsugorodás, ‰
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
3
7
14
21
28
56
Idő, nap (log)
E - C 35
E - C 20
7.
8.
10.
11.
9.
12.
A betonkeverék jele


ZC 30/0,50 jelű DRAMIX szál adagolású beton zsugorodása víz alatt tárolt,
70×70×250 mm méretű próbahasábon mérve
Zsugorodás, ‰
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
3
7
14
21
28
56
Idő, nap (log)
E - C 35
E - C 20
13.
16.
14.
15.
17.
18.
A betonkeverék jele


ZC 60/1,00 jelű DRAMIX szál adagolású beton zsugorodása víz alatt tárolt próbahasábon mérve
Zsugorodás, %
Idő, nap (log)
A betonkeverék jele
E - C 35
E - C 20
1.
2.
3.
4.
5.
6.
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
3
7
14
21
28
56


ZC 50/0,50 jelű DRAMIX szál adagolású beton zsugorodása víz alatt tárolt próbahasábon mérve
Zsugorodás, %
Idő, nap (log)
A betonkeverék jele
E - C 35
E - C 20
7.
8.
9.
12.
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
3
7
14
21
28
56


ZC 30/0,50 jelű DRAMIX szál adagolású beton zsugorodása víz alatt tárolt próbahasábon mérve
Zsugorodás, %
Idő, nap (log)
A betonkeverék jele
E - C 35
E - C 20
15.
17.
18.
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1
3
7
14
21
28
56

A DRAMIX acélhuzal-szálak kísérleti adagolása és a betonkeverékek jele

I. kötet 2. táblázat

DRAMIX acélhuzal-szál		Beton nyomószilárdsági osztálya	
márkajele	adagolt mennyisége kg/beton m³	C 35/45	C 20/25
		Betonkeverékek jele	
	Ø	E 1.-3.	E 4.-6.
ZC 60/1.0	20	1.	4.
	40	2.	5.
	60	3.	6.
ZC 50/.50	20	7.	10.
	40	8.	11.
	60	9.	12.
ZC 30/.50	20	13.	16.
	40	14.	17.
	60	15.	18.

Megjegyzés: A DRAMIX acélhuzal-szál márkajelének értelmezése a következő:

Z = a két végén hajlított (horgonyzott végű) szál

C = normál ragasztással szállított szál

60, 50, 30 = a szál hossza mm-ben

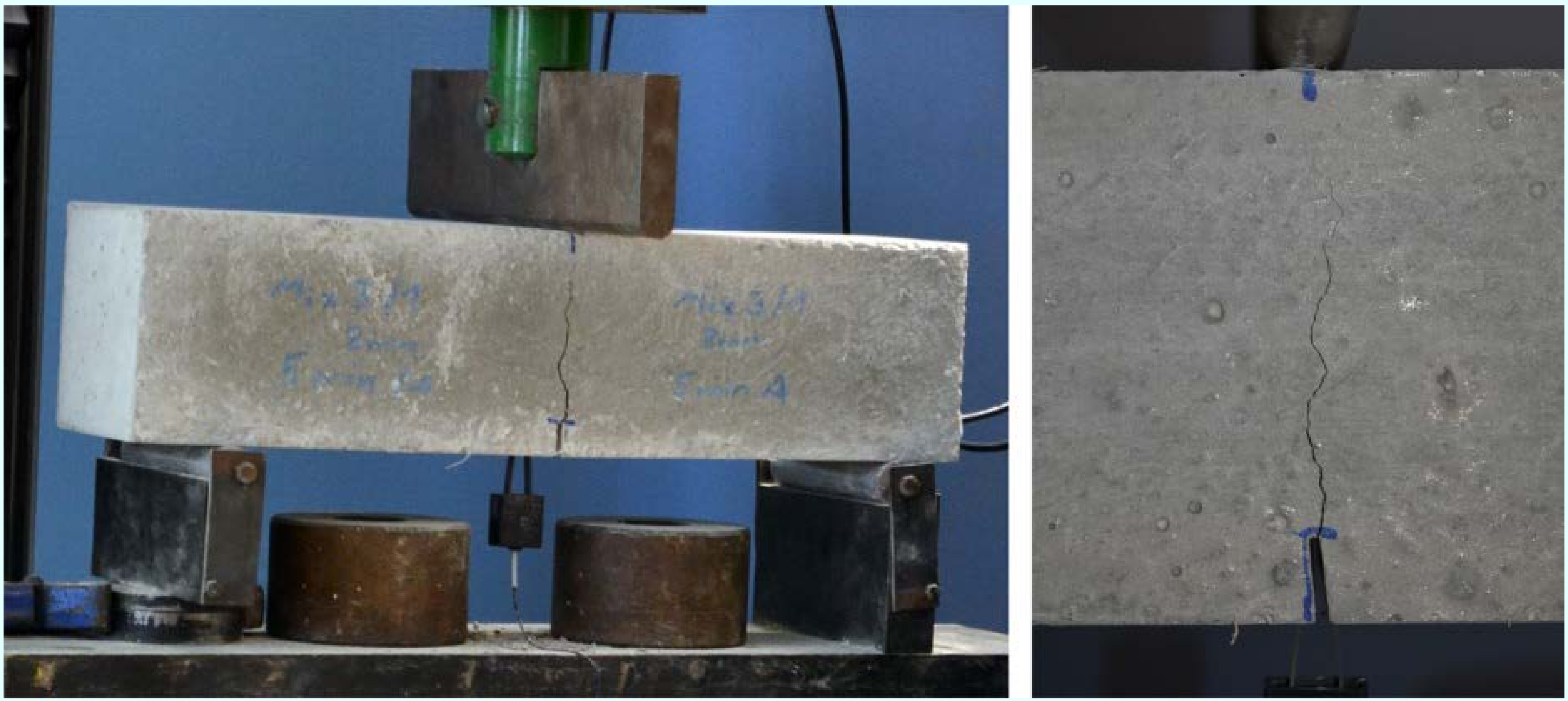
1.00, .50, .50 = a szál átmérője mm-ben

A következő diakockák

Czoboly Olivér Attila okl. szerkezet-építőmérnök

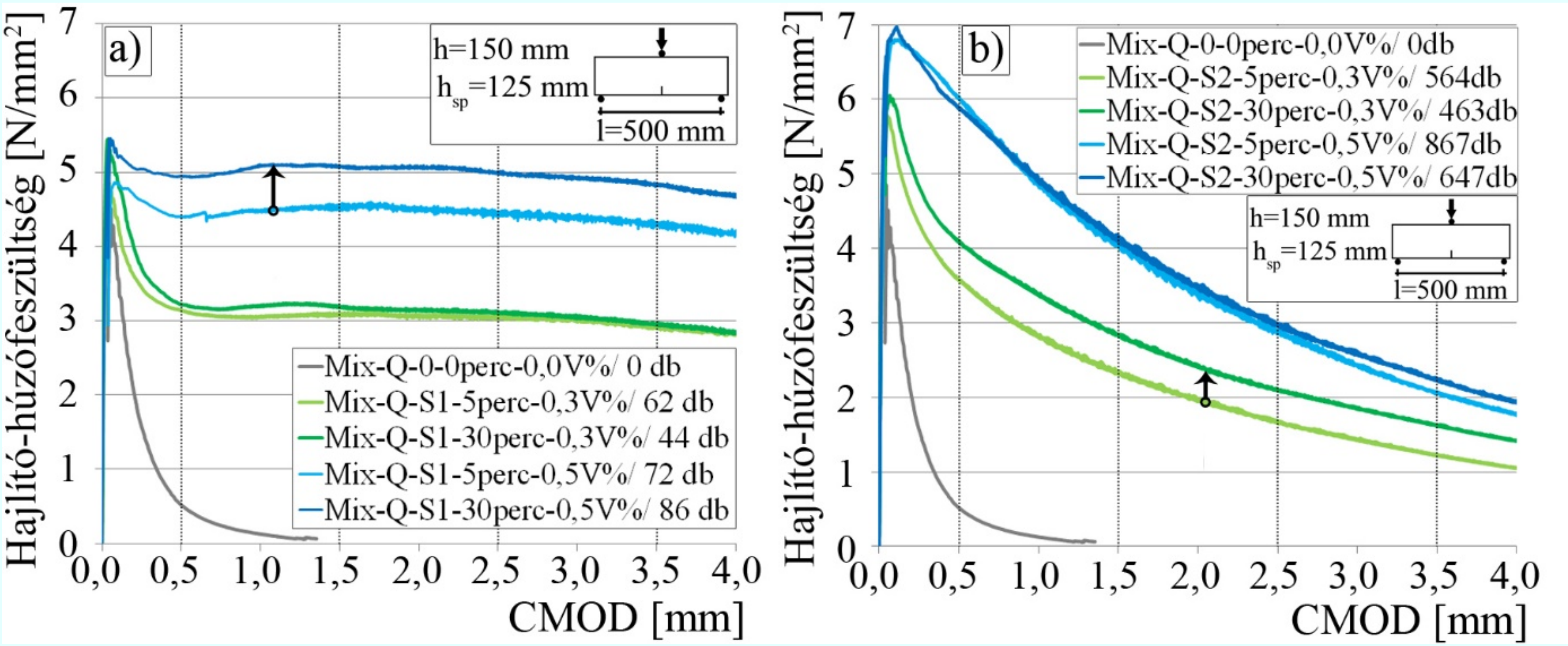
„A keverési idő és a keverési mód hatása a szálak és a szálerősítésű betonok jellemzőire”

című, 2016-ban készült PhD. értekezéséből valók.



Szálerősítésű beton CMOD-vezérelt hajlító-vizsgálata (Az értekezés 34. ábrája)

CMOD: (angolul: crack mouth opening displacement) az *MSZ EN 14651:2005+A1:2008* szabvány alapján végzett középpontos hajlító-vizsgálat során a vezérléshez használt repedéstágasság értéke a gerenda elem középpontjában létrehozott bemetszésnél értelmezve.



Czoboly Olivér PhD. tézisfüzetének 11. ábrája:

0,3 V% vagy 0,5 V% acélszál tartalmú szálerősítésű beton hajlító-húzófeszültség – CMOD görbéi kavics adalékanyag alkalmazása esetén

a) S1 jelű acélszállal, b) S2 jelű acélszállal

DEUTSCHE NORM

Dezember 2007

DIN EN 14651

DIN

ICS 91.100.30

Ersatz für
DIN EN 14651:2005-09

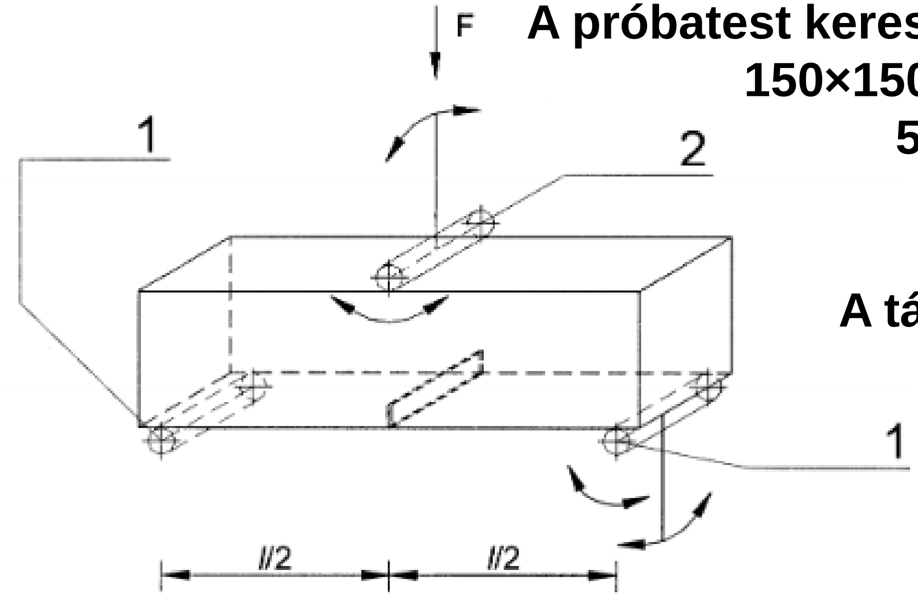
MSZ EN 14651:2005+A1:2008 „Fémszálas beton vizsgálati módszere. A hajlító-húzó szilárdság mérése [arányossági határ (LOP), maradó hajlító-húzó szilárdság]"

**Prüfverfahren für Beton mit metallischen Fasern –
Bestimmung der Biegezugfestigkeit (Proportionalitätsgrenze, residuelle Biegezugfestigkeit);
Deutsche Fassung EN 14651:2005+A1:2007**

Test method for metallic fibre concrete –
Measuring the flexural tensile strength (limit or proportionality (LOP), residual);
German version EN 14651:2005+A1:2007

A szabvány szerinti CMOD-módszer legfeljebb 60 mm hosszú fémszálak vizsgálata esetén alkalmazható.

Az adalékanyag legnagyobb szemnagysága legfeljebb 32 mm lehet.



A próbatest keresztmetszeti mérete 150×150 mm, hosszúsága 550 mm és 700 mm közé essék.

A támaszköz 500 mm.

Legende

1 Auflagerrolle

2 Belastungsrolle

Bild 1 — Anordnung für die Lastaufbringung auf den Probekörper

Alle Rollen müssen aus Stahl sein und einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von mindestens 30 mm ± 1 mm aufweisen. Sie müssen mindestens 10 mm länger als die Breite des Probekörpers sein. Ihre Oberflächen müssen sauber und glatt sein.

Zwei der Rollen, einschließlich der oberen, müssen um ihre Längsachse frei drehbar und in der zur Längsachse des Probekörpers senkrechten Ebene kippbar gelagert sein.

Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der Auflagerrollen (d. h. die Stützweite) muss 500 mm betragen. Alle Rollen müssen in ihre genaue Lage gebracht werden, wobei die zulässige Abweichung für alle Abstände ± 2,0 mm beträgt.

A CMOD-mérés általános elrendezése

Jelmagyarázat:
1. Bevágás
2. Útadó
3. Bevágás foglalata

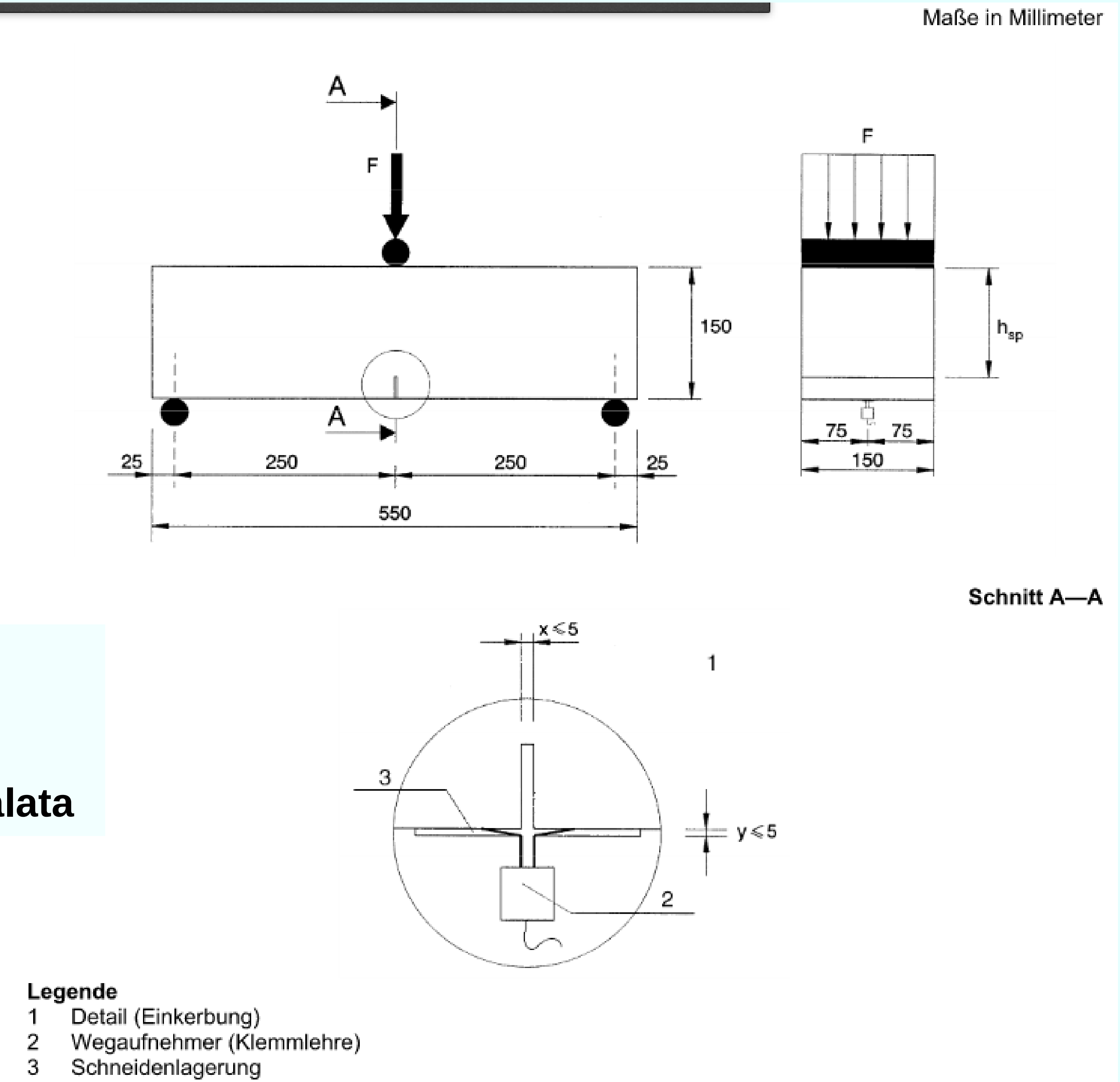
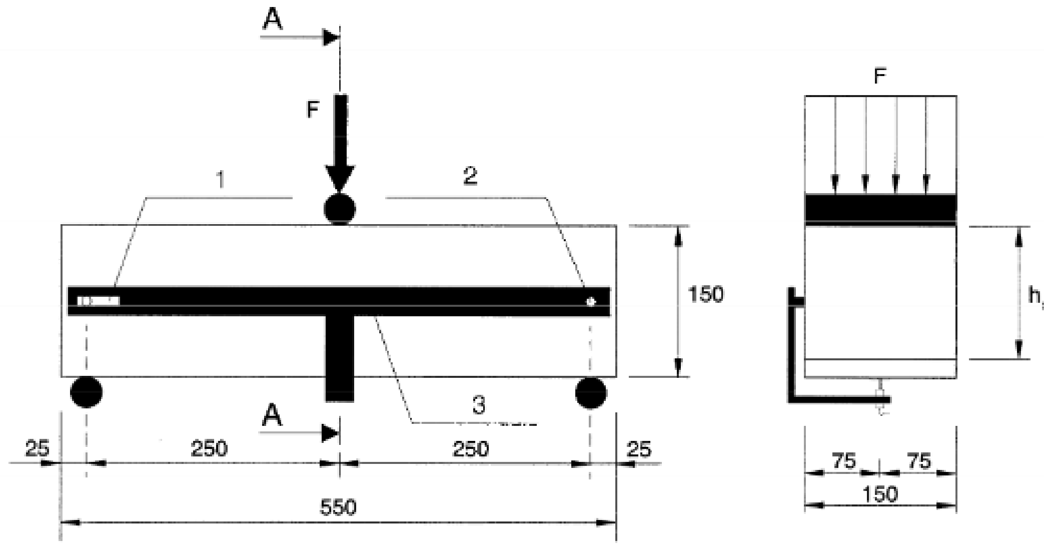


Bild 4 — Typische Anordnung zur Messung des *CMOD*

Kausay

Lehajlásmérés általános elrendezése arra az esetre, ha a CMOD helyett a lehajlást mérik

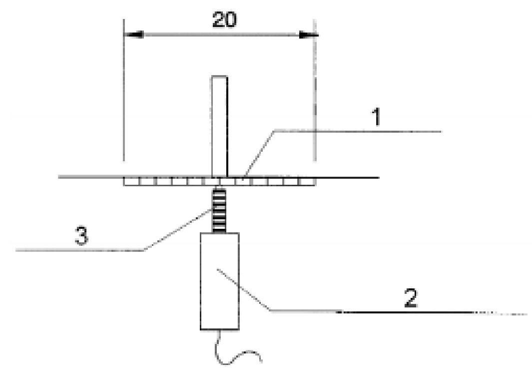
Maße in Millimeter



Jelmagyarázat:

1. Csúszótámasz
2. Billenőtámasz
3. Merev keret

Legende
1 Gleitlagerung
2 Kipplagerung
3 starrer Rahmen



Jelmagyarázat:

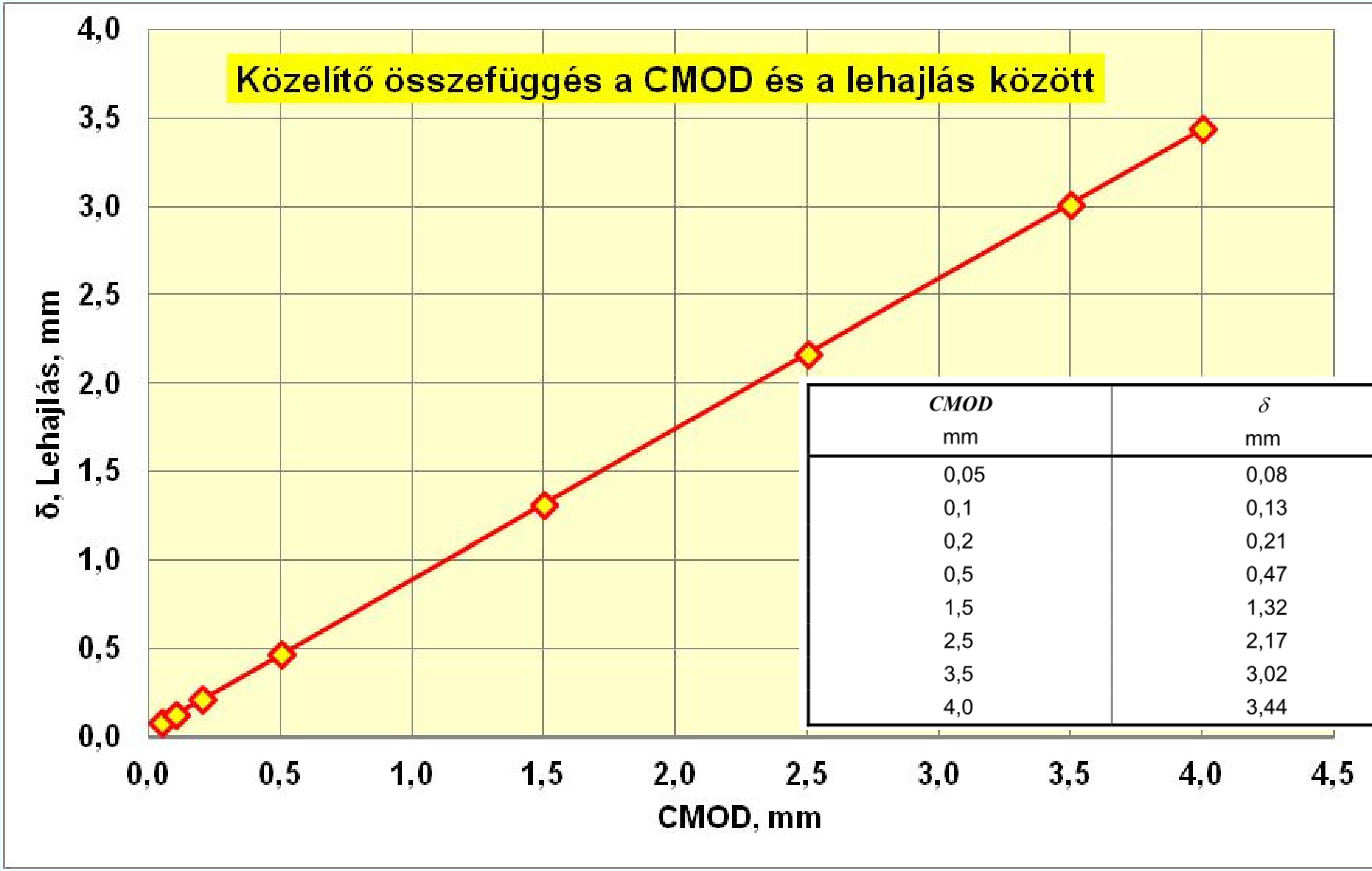
1. 1 mm vastag alumíniumlemez
2. Útadó
3. Rugótok

Legende
1 1 mm dicke Aluminiumplatte
2 Wegaufnehmer (linear variabler differentieller Messwertwandler)
3 Federhülse

Bild 5 — Typische Anordnung zur Messung der Durchbiegung

Kausay

Közelítő összefüggés a CMOD és a lehajlás között: $\delta = 0{,}85 \times CMOD + 0{,}04$ [mm], az összefüggésbe a CMOD értéke mm-ben helyettesítendő be.



CMOD mm	*δ* mm
0,05	0,08
0,1	0,13
0,2	0,21
0,5	0,47
1,5	1,32
2,5	2,17
3,5	3,02
4,0	3,44

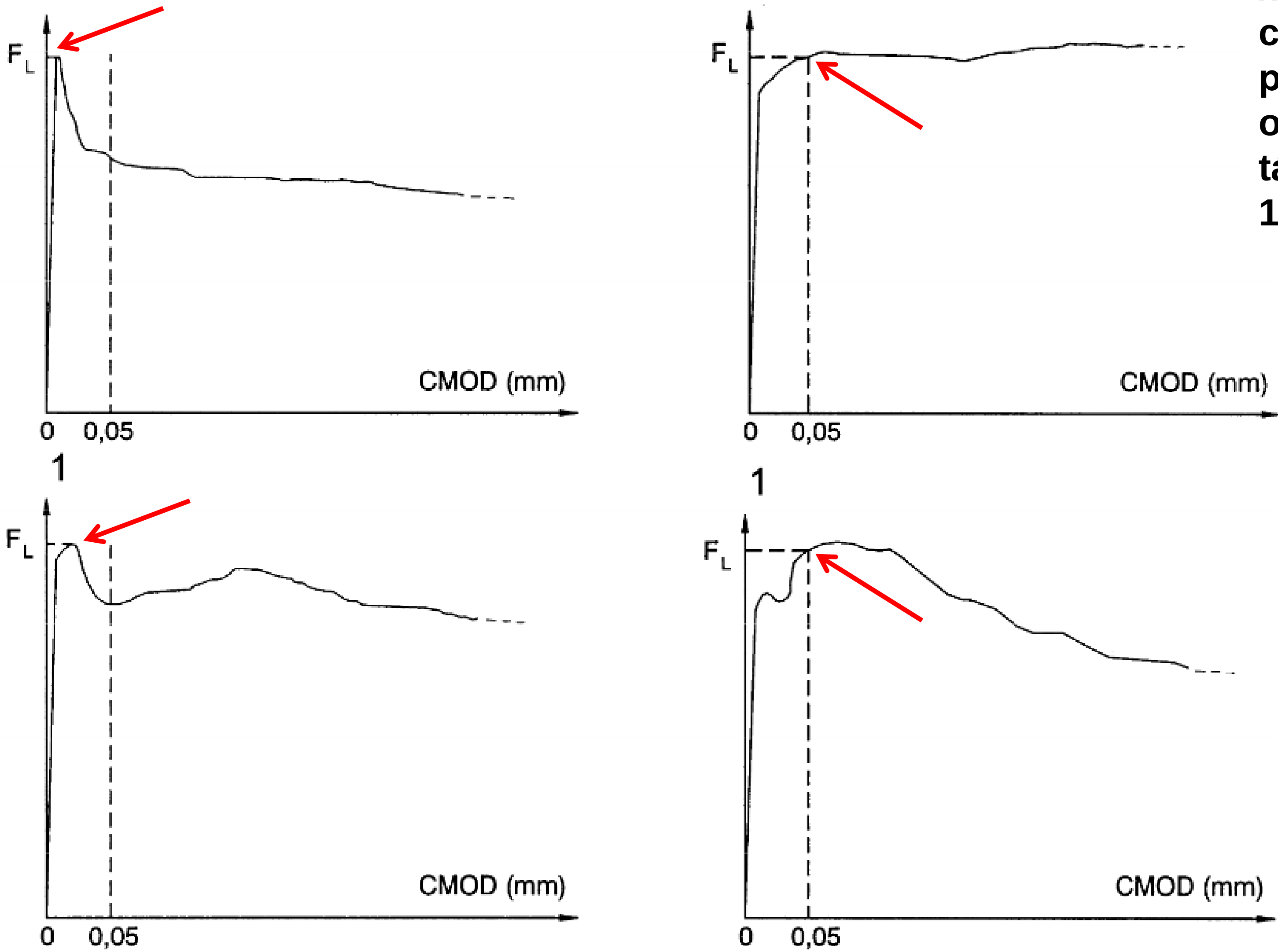
F_L az arányossági határhoz tartozó erő N-ban (a 0 ≤ CMOD ≤ 0,05 mm tartományba eső legnagyobb erő)

Die Proportionalitätsgrenze (*LOP*) ist durch den Ausdruck

$$f_{ct,L}^{f} = \frac{3F_L l}{2bh_{sp}^2}$$

***LOP* = Arányossági határ, N/mm²**

h_{sp} = a bemetszés csúcsa és a próbatest felső oldala közötti távolság mm-ben, 125 ± 1 mm



9.3 Residuelle Biegezugfestigkeit

Maradó hajlító-húzószilárdság

Die residuelle Biegezugfestigkeit $f_{R,j}$ ist durch den Ausdruck:

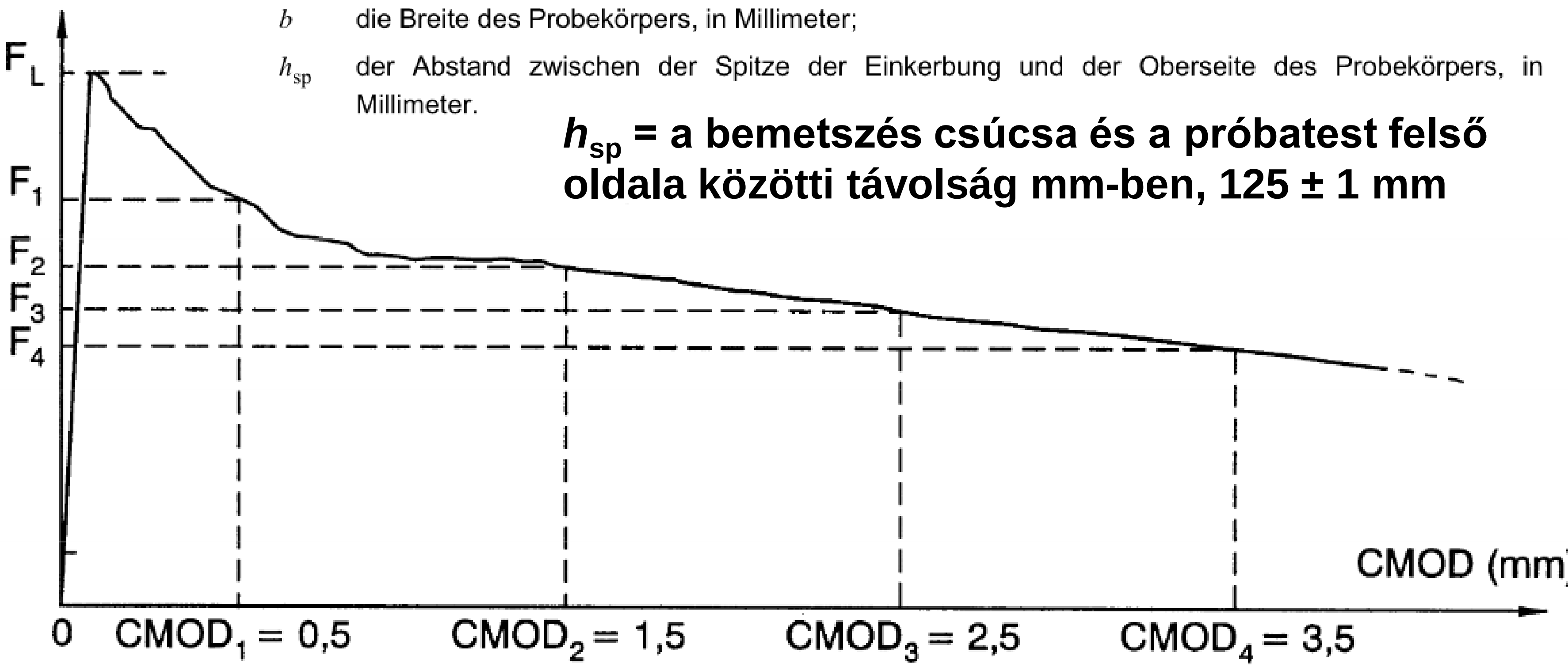
$$f_{R,j} = \frac{3 F_j l}{2 b h_{sp}^2} \tag{4}$$

gegeben (siehe Anhang A).

Dabei ist

- $f_{R,j}$ die zu $CMOD = CMOD_j$ oder $\delta = \delta_j$ (j = 1, 2, 3, 4) gehörige residuelle Biegezugfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter;
- F_j die zu $CMOD = CMOD_j$ oder $\delta = \delta_j$ (j = 1, 2, 3, 4) gehörige Last, in Newton (siehe Bild 7);
- l die Stützweite, in Millimeter;
- b die Breite des Probekörpers, in Millimeter;
- h_{sp} der Abstand zwischen der Spitze der Einkerbung und der Oberseite des Probekörpers, in Millimeter.

h_{sp} = a bemetszés csúcsa és a próbatest felső oldala közötti távolság mm-ben, 125 ± 1 mm



Az előzőekben a CMOD-vezérelt hajlító-vizsgálat kapcsán hivatkozott és kapcsolódó szabványok:

MSZ EN 14651:2005+A1:2008 „Fémszálas beton vizsgálati módszere. A hajlító-húzó szilárdság mérése [arányossági határ (LOP), maradó hajlító-húzó szilárdság]" Ebben a szabványban van a CMOD-módszer leírva.

MSZ EN 14845-2:2007 „A betonban lévő szálak vizsgálati módszerei. 2. rész: A betonra gyakorolt hatás"

MSZ EN 14889-1:2007 „Szálak betonhoz. 1. rész: Acélszálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség"

MSZ EN 14889-2:2007 „Szálak betonhoz. 2. rész: Polimer szálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség"

Külön kell szólni
az acélszál erősítésű ultra nagy szilárdságú betonokról

Németül: **Ultrahochfester Beton (UHFB)**
Angolul: **Ultra high strength concrete (UHSC) vagy Ultra high performance concrete (UHPC)**
Franciául: Béton à ultra-hautes résistances en compression (BUHRC)

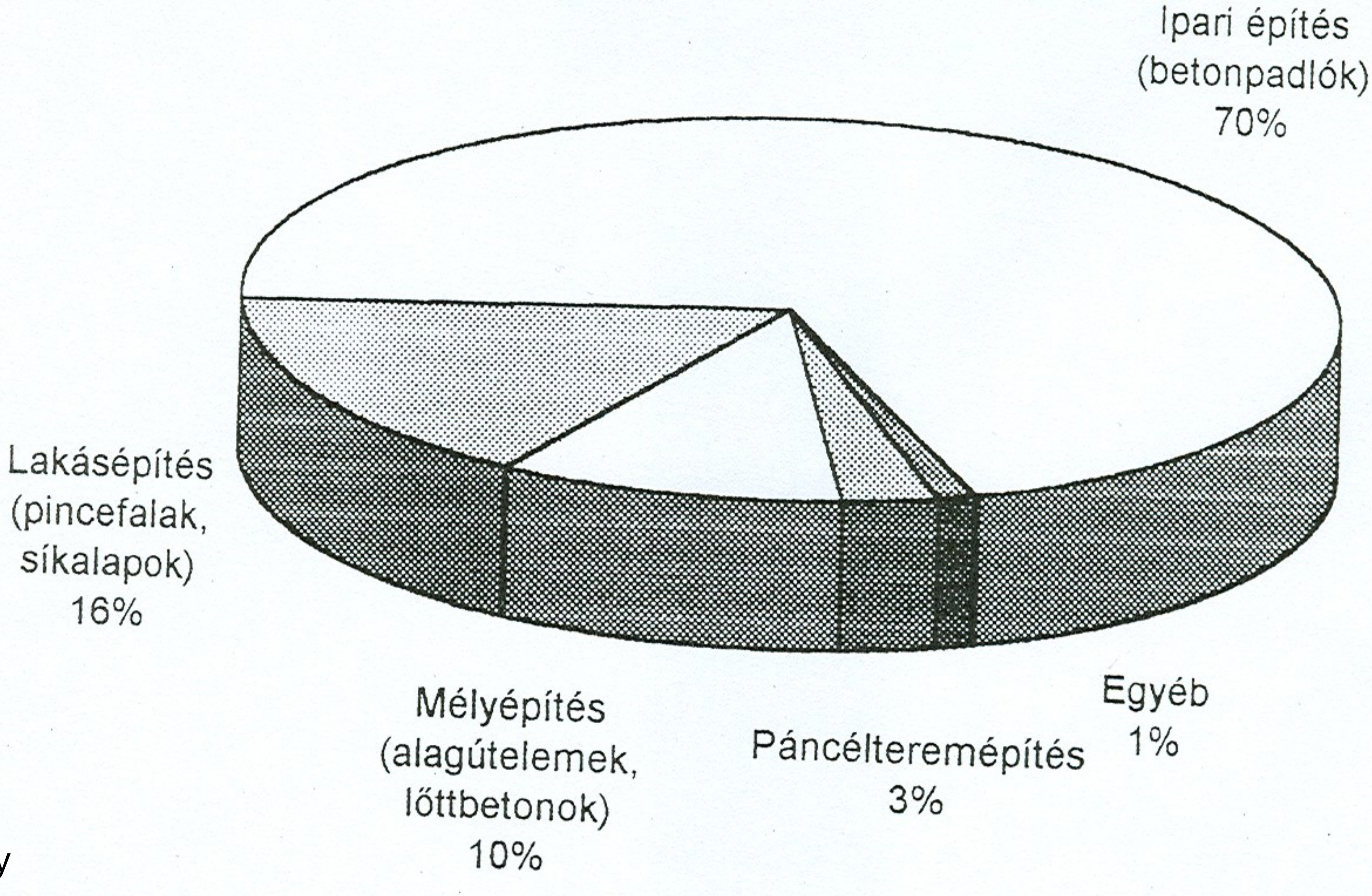
Az ultra nagy szilárdságú beton átlagos nyomószilárdsága általában legalább 150 N/mm^2, és elérheti a 250, esetleg 300 N/mm^2 értéket. Alakváltozási viselkedése lényegében rugalmas, törése rideg. Ennek javítása, szívósság kialakítása acélszál adagolással lehetséges.

Az ajánlott száladagolás az ultra nagy szilárdságú betonba mintegy 2 – 3 térfogat%.

Az acélszál ℓ/d = 40 és = 60 karcsúsági hányadosa mellett is kedvezően alakul az ultra nagy szilárdságú beton húzószilárdsága, a szívósság szempontjából mégis a hosszabb szálak alkalmazása előnyös. Finom (D_{max} ~ 0,6 mm legnagyobb szemnagyságú) ultra nagy szilárdságú beton esetén az acélszálak hosszának és adalékanyag legnagyobb szemnagyságának hányadosa legalább ℓ/D_{max} = 10 legyen.

ACÉLSZÁLAK FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI (németországi példa)

Közönséges (normál) betonok esetén



MŰANYAGSZÁLAK FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI

- vakolatok
- esztrichek
- lövellt beton
- kis terhelésű ipari padlók

DBV-Merkblatt

Stahlfaserbeton

Fassung Oktober 2001

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

Kausay

Merkblätter

DEUTSCHER BETON- UND BAUTECHNIK-VEREIN E.V.

Bautechnik

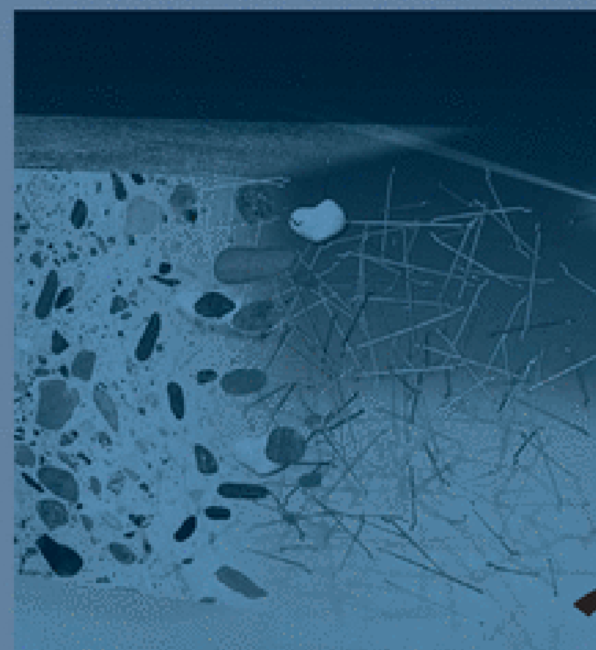
Industrieböden aus Stahlfaserbeton

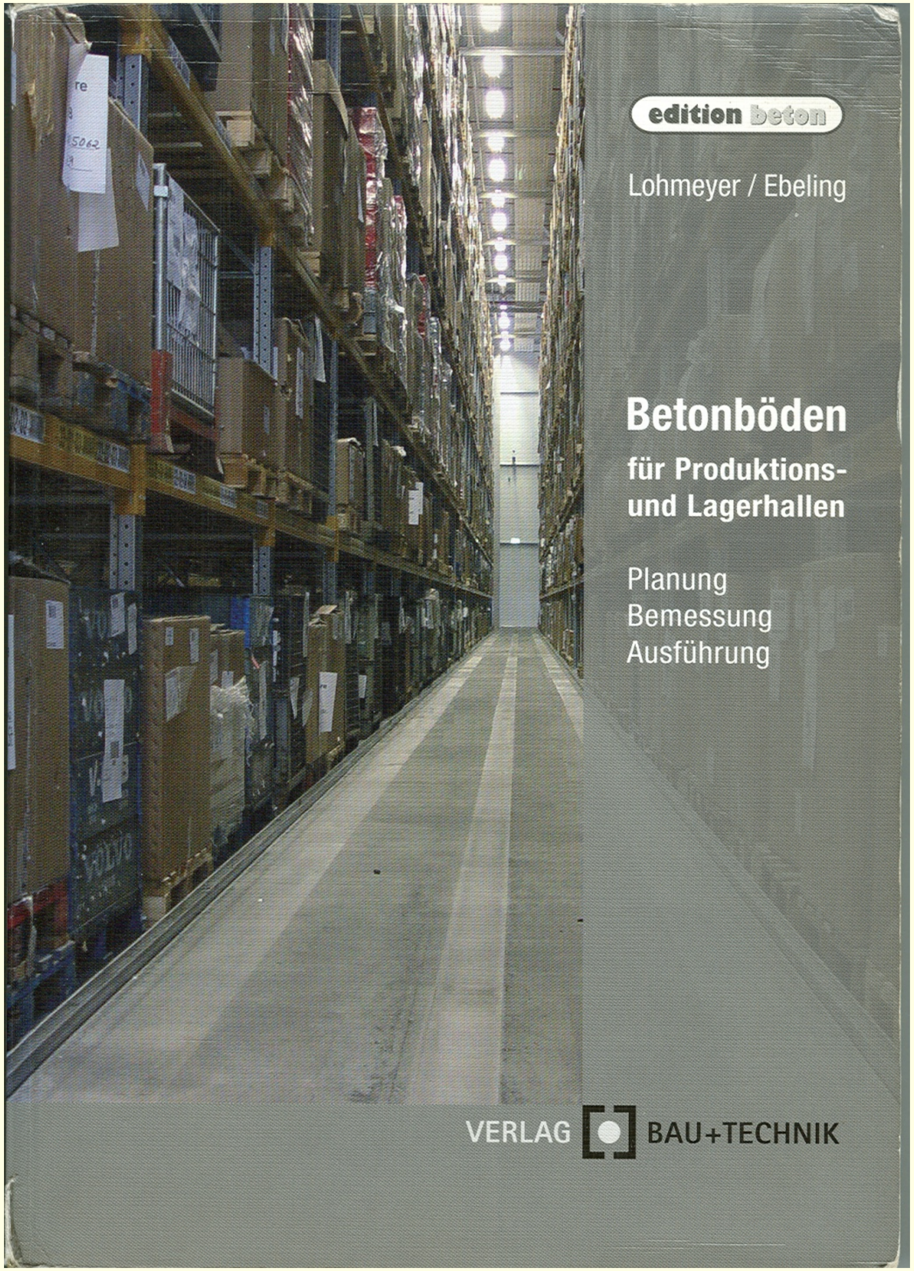
Besonderheiten bei Bemessung und Konstruktion, Herstellung und Ausführung

Steel Fibre Reinforced Industrial Concrete Floors

Special Features of the Design and Detailing, Production and Conformity

Fassung Juli 2013







Kiadás: Düsseldorf, 2006. Budapest, 2008.

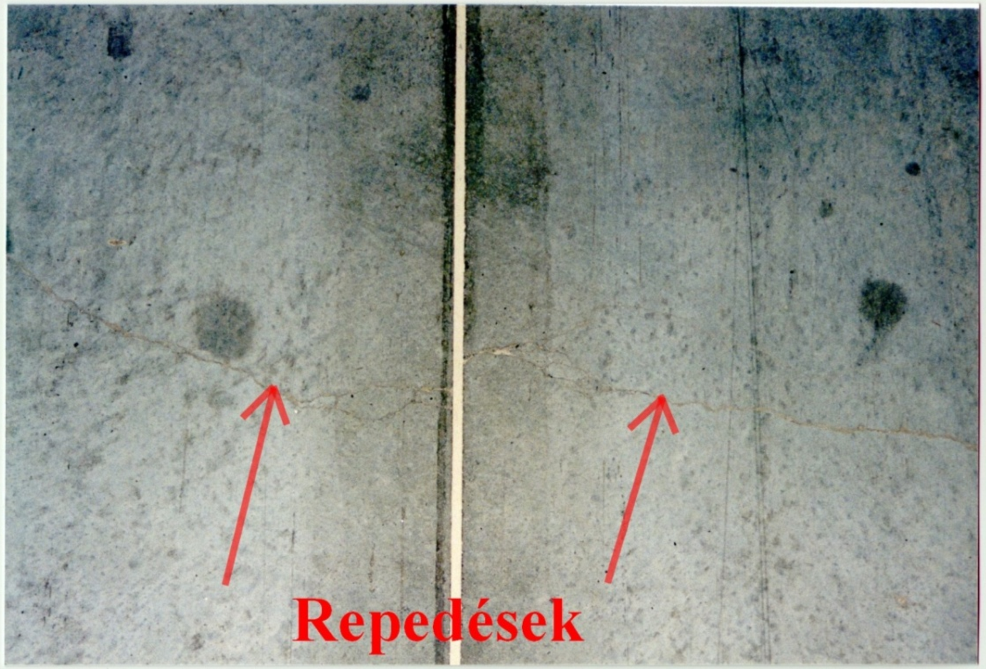


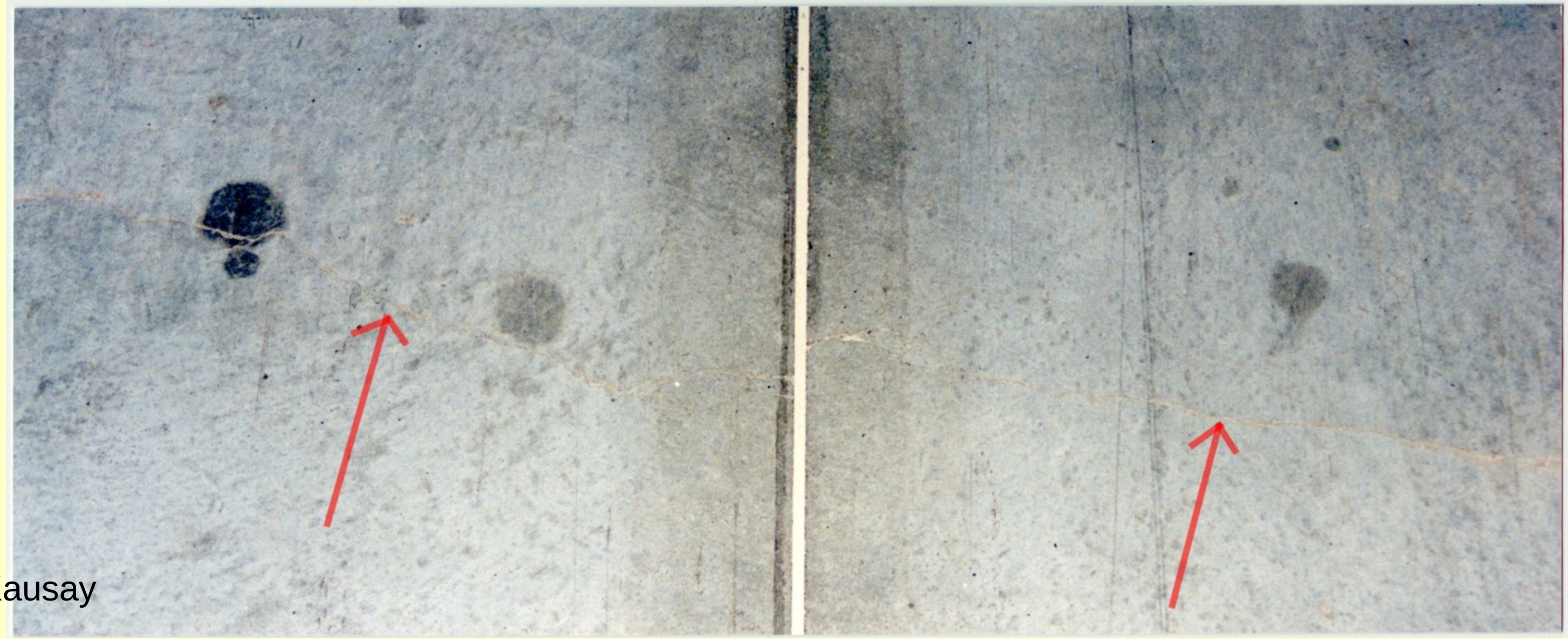
Pásztói magasraktár, ipari pormentes, acélszál-erősítésű beton padlóburkolattal, 1999.



Pásztói magas-raktár, 1999.

Ipari pormentes, acélszál-erősítésű beton padló-burkolat



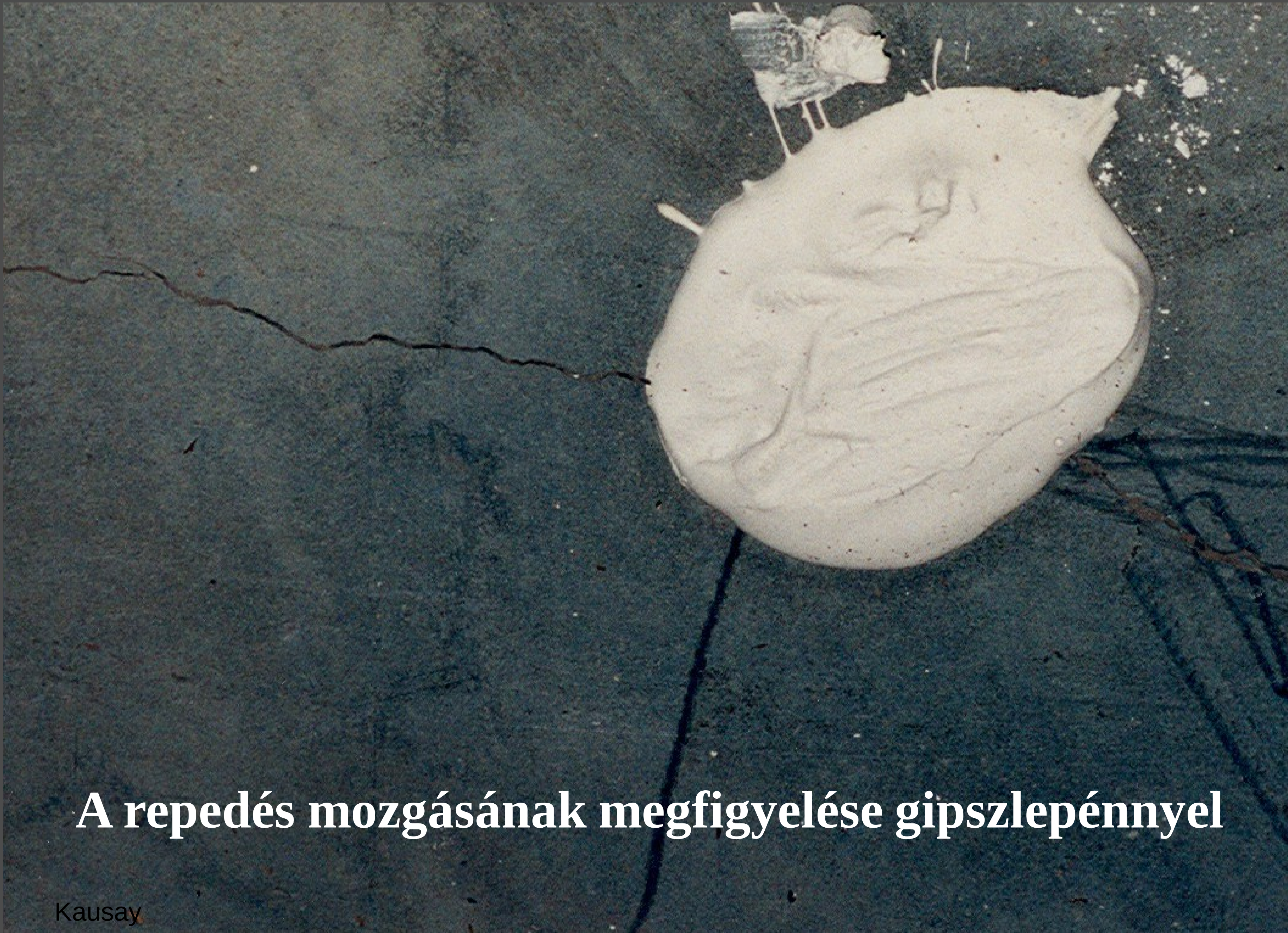






Kausay

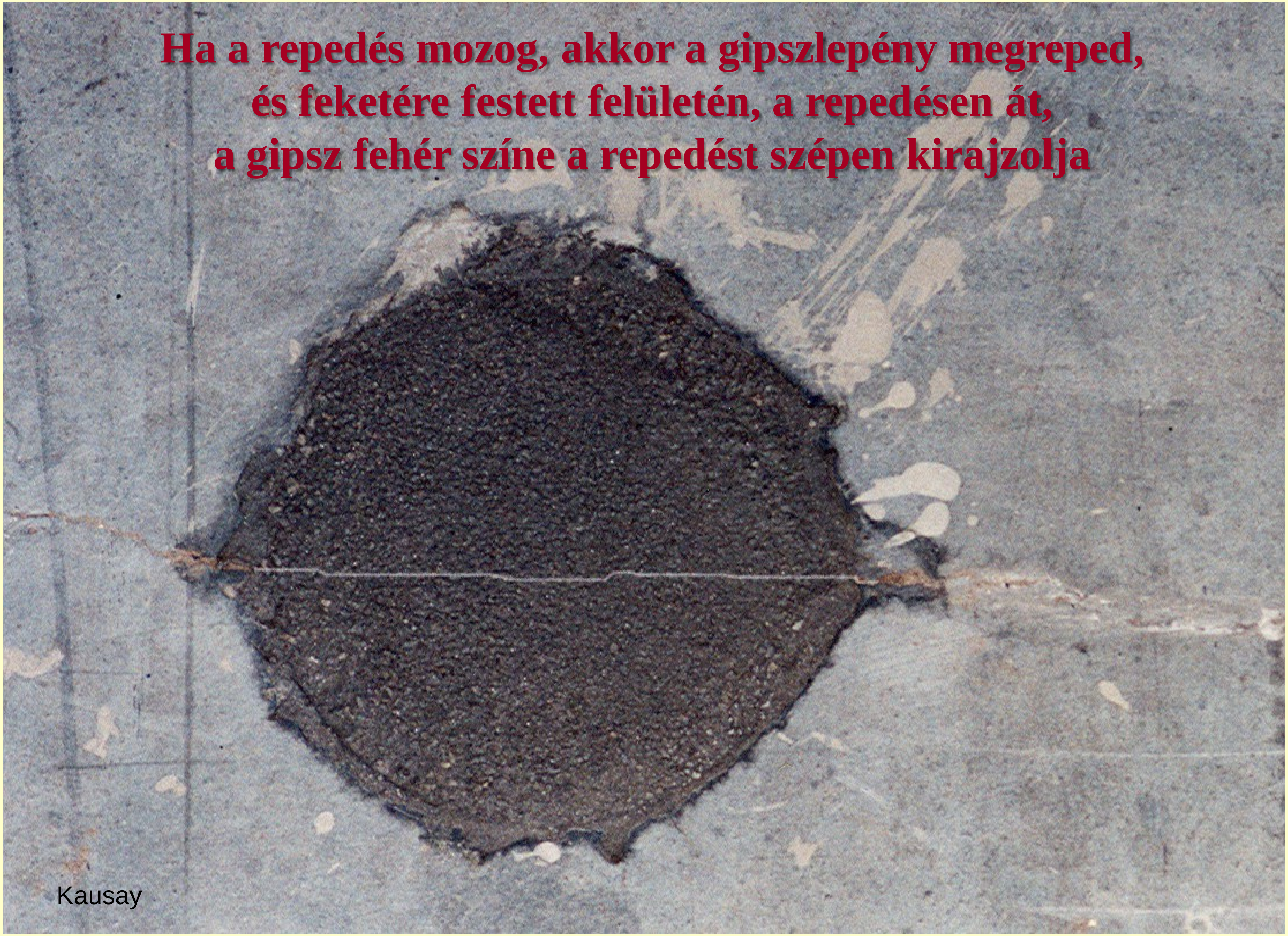
Megrepedt, pormentes ipari betonpadló burkolatból fúrt hengerek



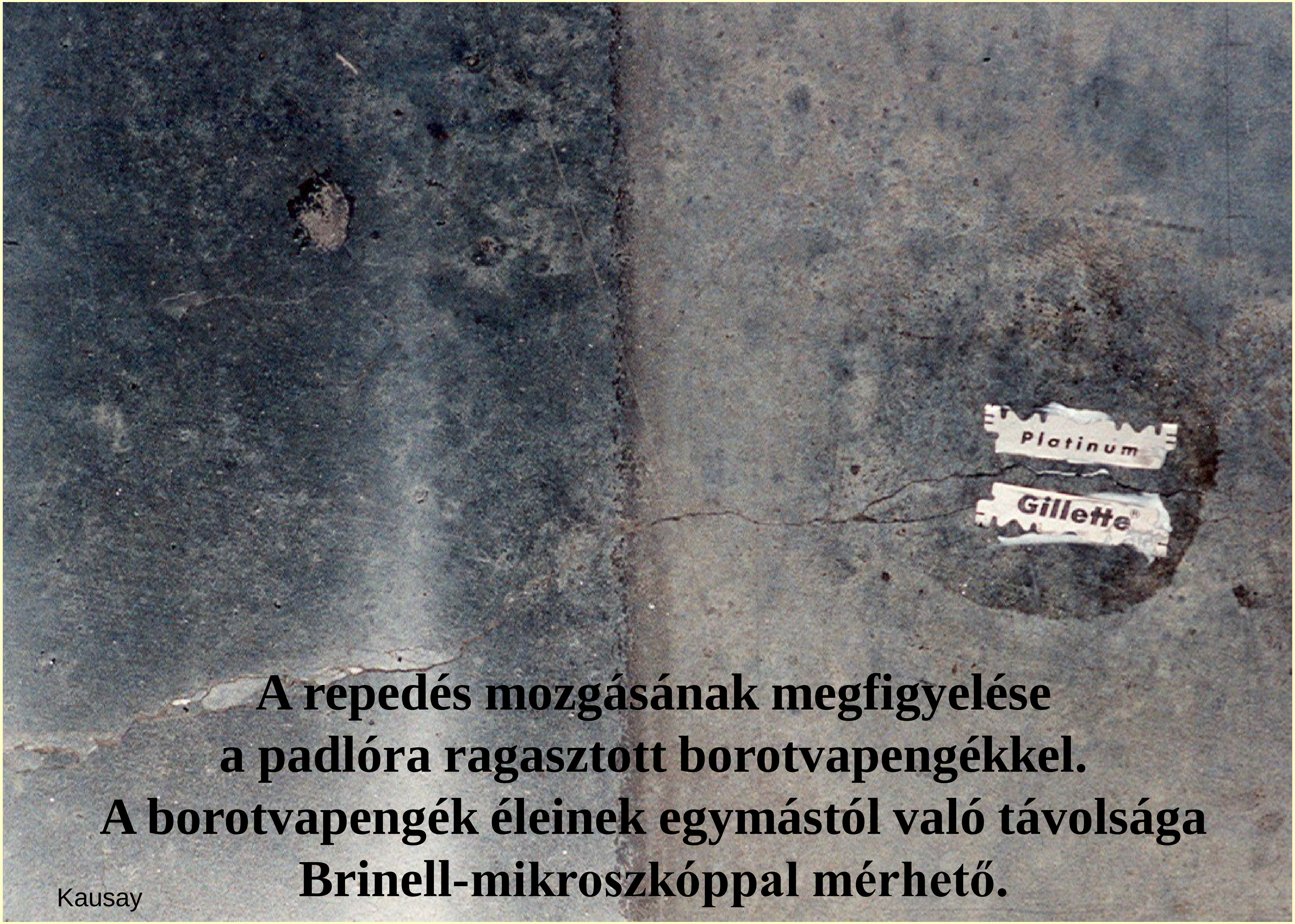
A repedés mozgásának megfigyelése gipszlepénnyel

Kausay

Ha a repedés mozog, akkor a gipszlepény megreped, és feketére festett felületén, a repedésen át, a gipsz fehér színe a repedést szépen kirajzolja



Kausay



A repedés mozgásának megfigyelése
a padlóra ragasztott borotvapengékkel.
A borotvapengék éleinek egymástól való távolsága
Brinell-mikroszkóppal mérhető.

Kausay

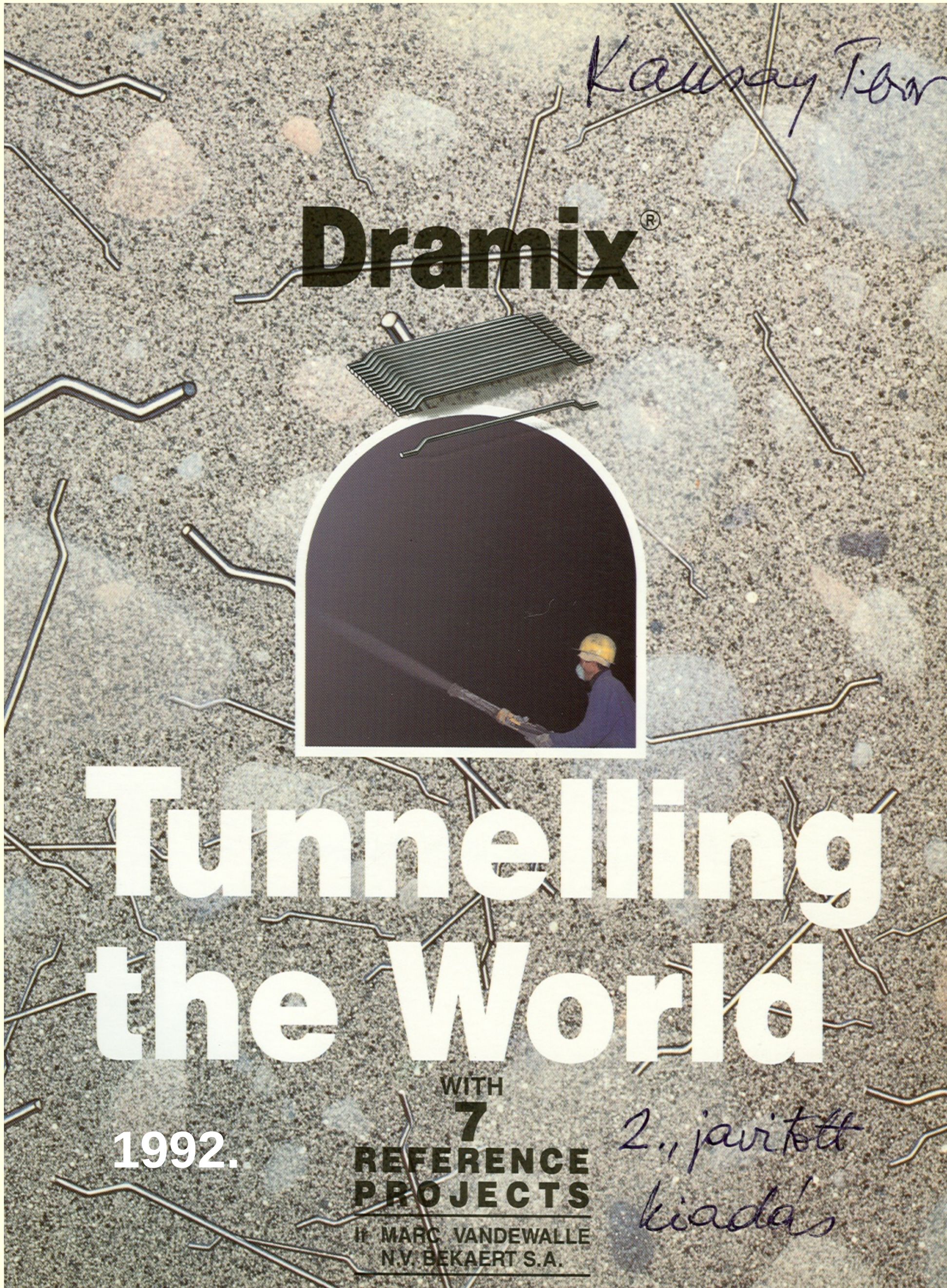


Kausay

Ipari padlóburkolat készítése lézer-vezérelt vibrogerendával

Ipari padlóburkolat felületképzése rotoros simítógéppel





4. COMPARATIVE DESIGN OF THE LOAD-BEARING CAPACITY BETWEEN SFRS AND MESH REINFORCED SHOTCRETE

4.1. Design Method

(1) Influence of steel fibres on the shotcrete behaviour

The presence of steel fibres in a concrete or shotcrete member will produce tensile stresses across a cracked section in the tensile zone. The distribution of these stresses across the section depends upon the type of fibre, percentage of fibre and magnitude of strain.

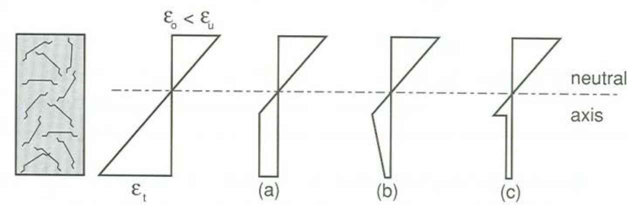


Fig. 31 - SFRS Stress and Strain Diagrams

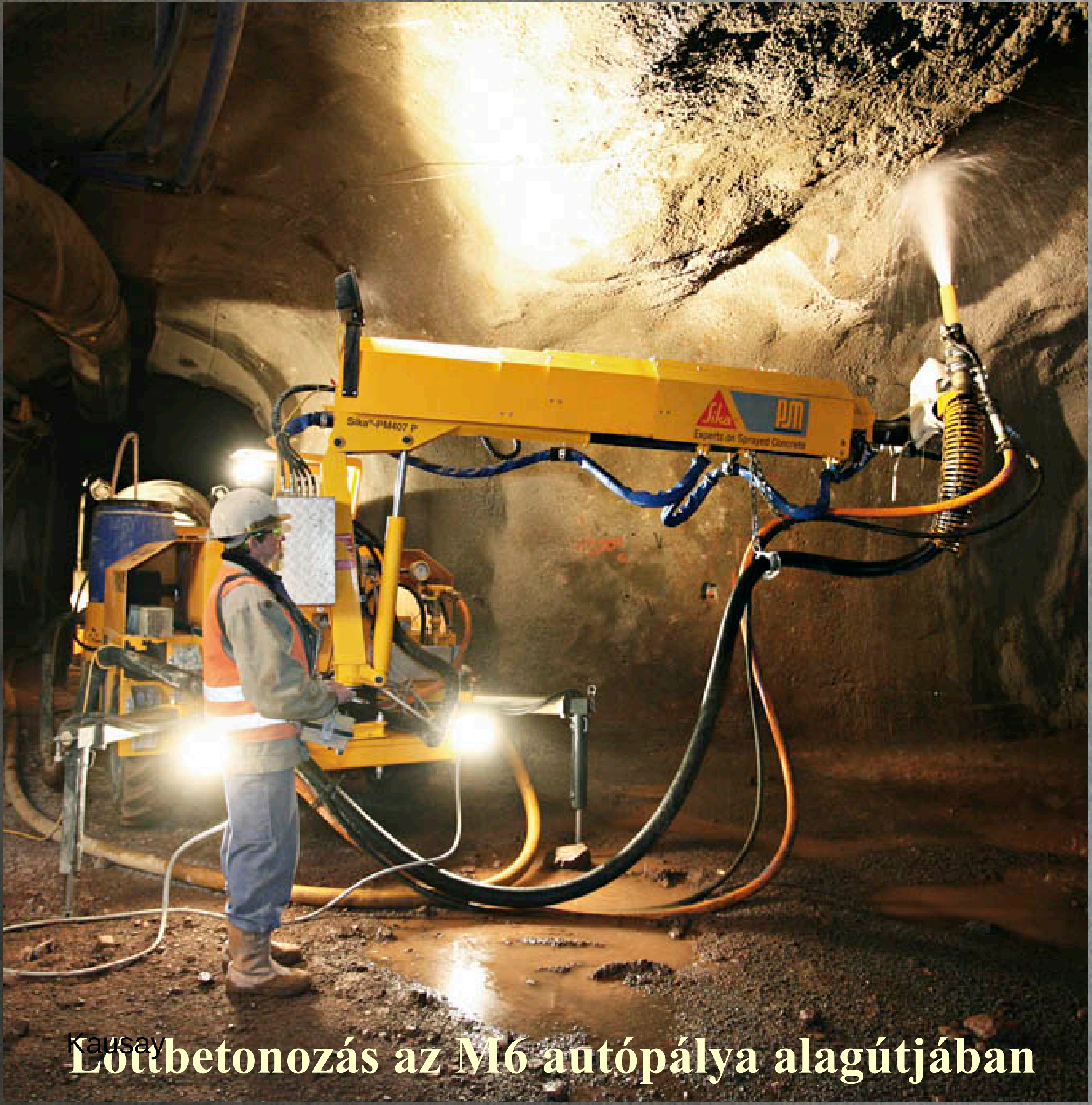
BEKAERT 127

SFRS = Steel Fiber Reinforced Shotcrete = Acélszál-erősítésű lőttbeton vagy lövelltbeton

Acélszál-erősítésű lövelltbeton keresztmetszet feszültség ábrája, ha az acélszálak mennyisége a keresztmetszet berepedése után

a) elegendő a húzófeszültségek felvételére,

b) és c) nem elegendő a húzófeszültségek felvételére.



Kausay

Lőttbetonozás az M6 autópálya alagútjában

Lőttbeton (lövelltbeton) felület



Kausay

Lőttbetonozás az M6 autópálya alagútjában



**A kárba vesző
beton-visszahullás mennyisége
jelentősen csökken,
ha a lőttbeton erősítőszálakat tartalmaz.**

Kausay



Kausay

Íves felület készítése szálerősítésű lövelltbetonnal (lőttbetonnal)



Kausay



Meder burkoló elem szálerősítésű betonból



Meder burkoló elem szálerősítésű betonból

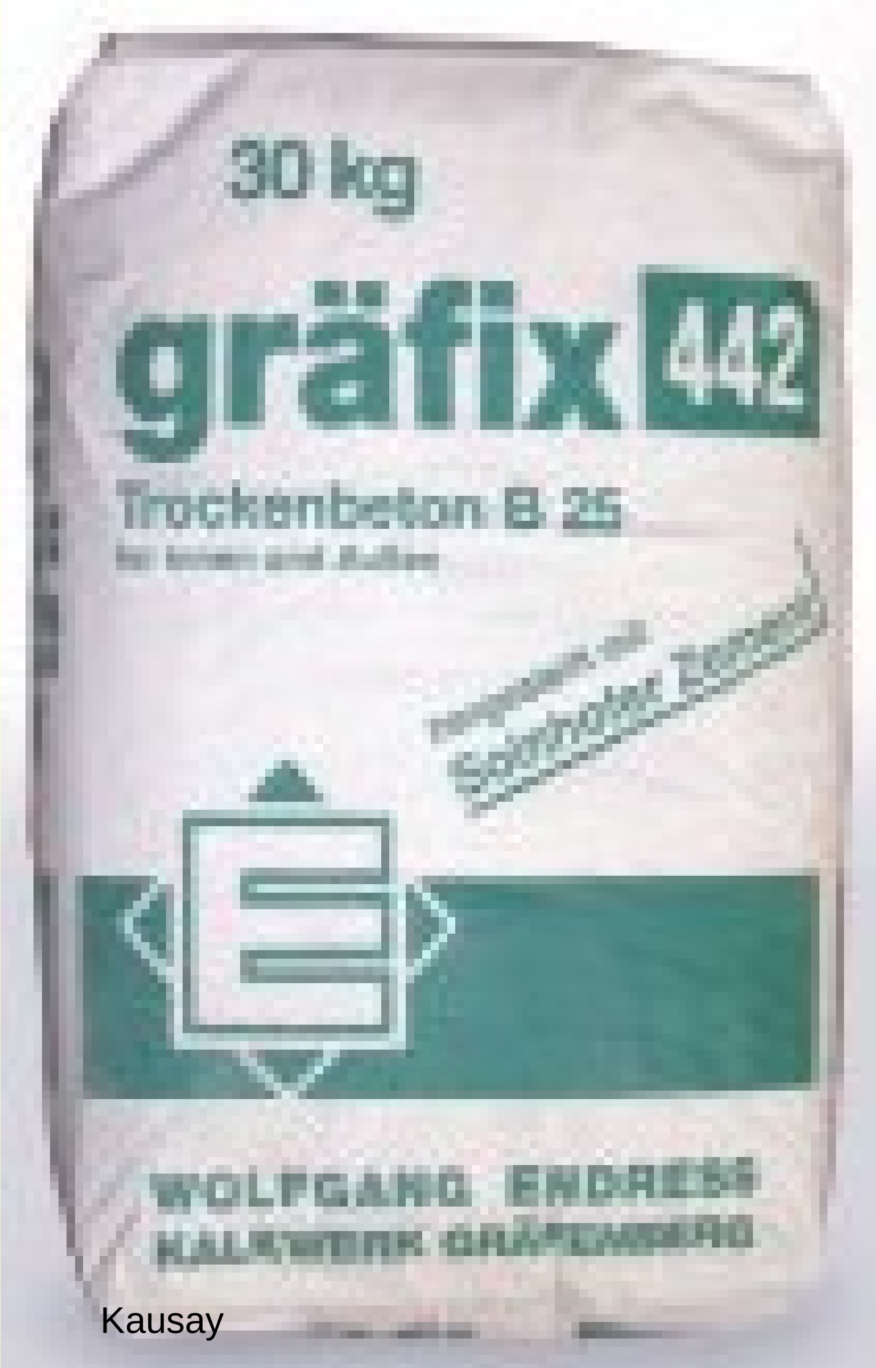


Meder burkoló elem szálerősítésű betonból



Acélszál erősítésű dolomit-betonból készült mederburkoló elem törési felülete

Kausay



Kausay

Szálerősítésű szárazbeton

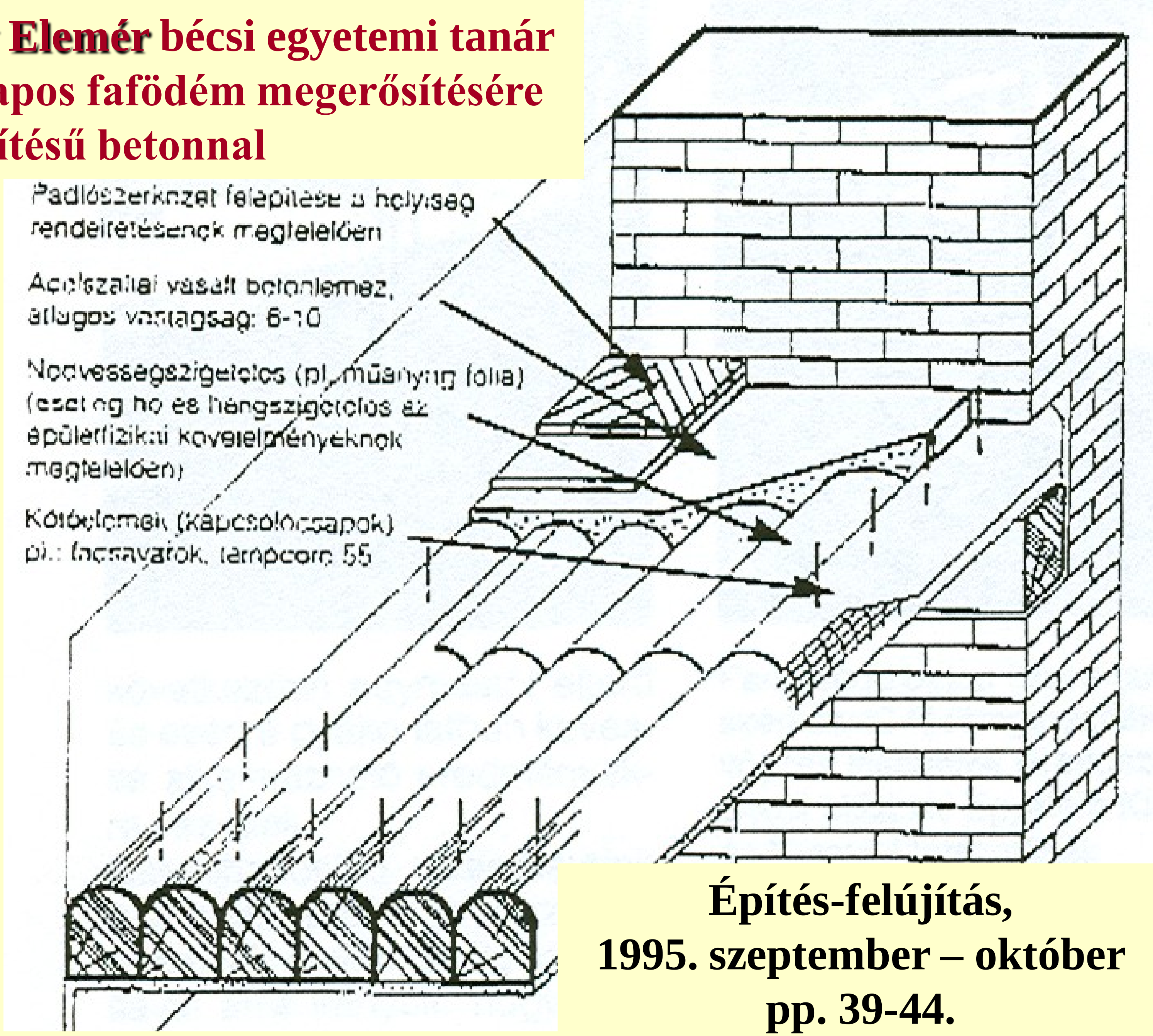
Az előrekevert, zsákolt szárazbetont C25/30 beton nyomószilárdsági osztályig, d_{max} = 8 mm legnagyobb szemnagysággal és száladagolással is gyártják például Németországban és Ausztriában.

Vízigény: 2,8 – 4,0 liter/zsák

1 zsák = 40 kg felhasználásával kb. 20 liter friss beton készíthető.

Alkalmazási területe: Családi házépítés, kertépítés

Dr. Bölcskey Elemér bécsi egyetemi tanár módszere csapos fafödém megerősítésére acélszál erősítésű betonnal

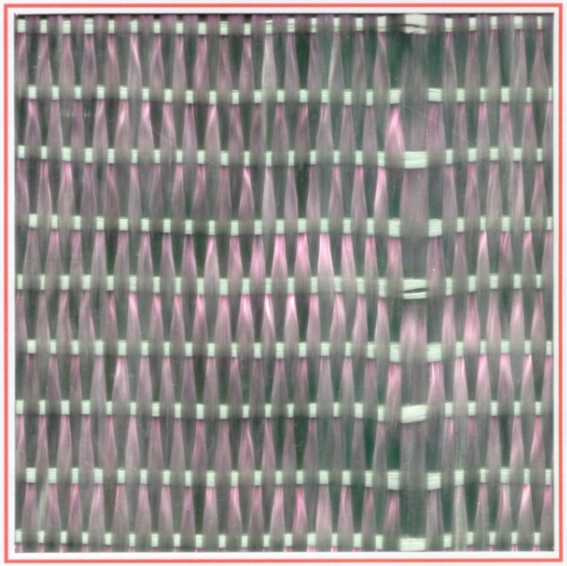


Építés-felújítás, 1995. szeptember – október pp. 39-44.

SikaWrap® Hex-100G

Glass Fiber Fabric

Construction:	93% warp, 7% weft
Areal weight:	920 g/m^2
Roll width:	1270 mm
Roll length:	45.7 m
Tensile strength:	600 N/mm^2



Sika CarboDur Composite Strengthening Systems. An Alliance of Hexcel and Sika.

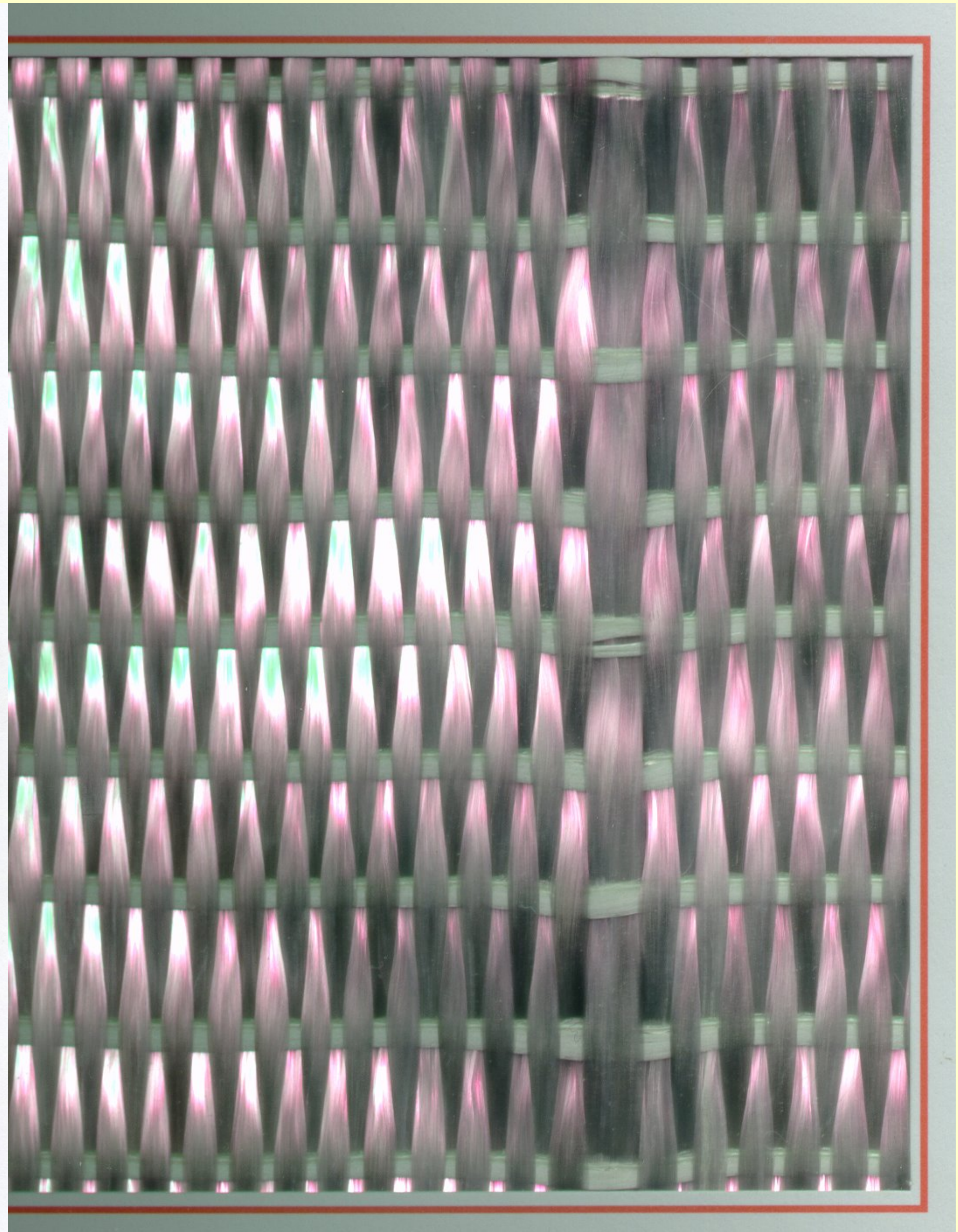
HEXCEL

Sika

Warp = fonat

Weft = szövet

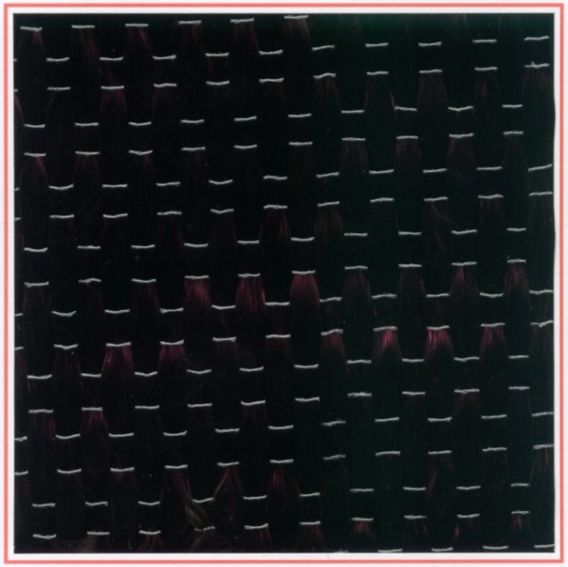
Kausay



SikaWrap® Hex-103C

Carbon Fiber Fabric

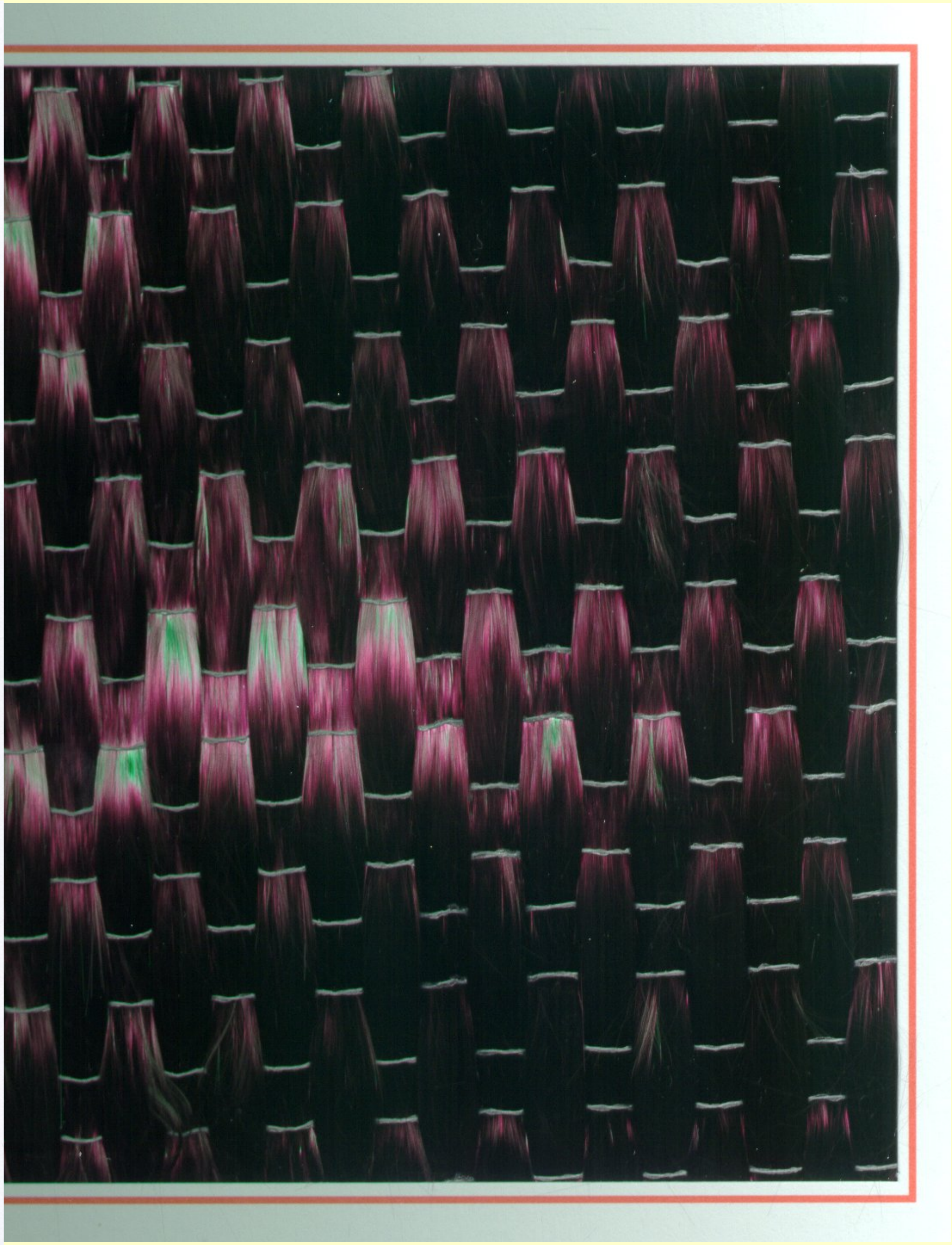
Construction:	97% warp, 3% weft
Areal weight:	610 g/m²
Roll width:	635 mm
Roll length:	91.4 m
Tensile strength:	960 N/mm²



Sika CarboDur Composite Strengthening Systems. An Alliance of Hexcel and Sika.

HEXCEL® Sika®

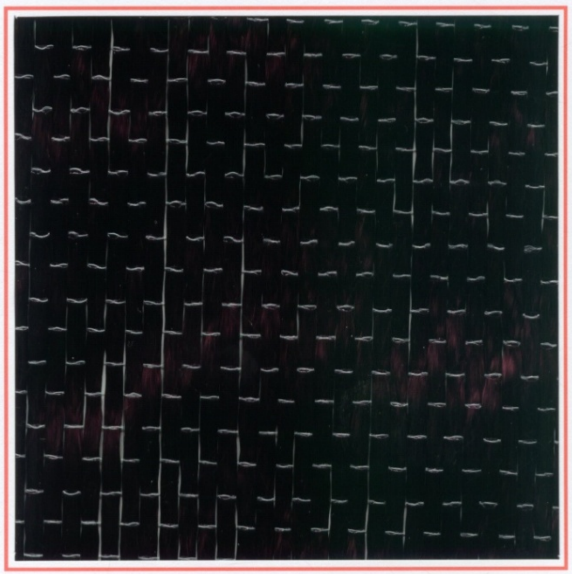
Kausay



SikaWrap® Hex-230C

Carbon Fiber Fabric

Construction:	97% warp, 3% weft
Areal weight:	225 g/m^2
Roll width:	305 / 610 mm
Roll length:	≥ 45.7 m

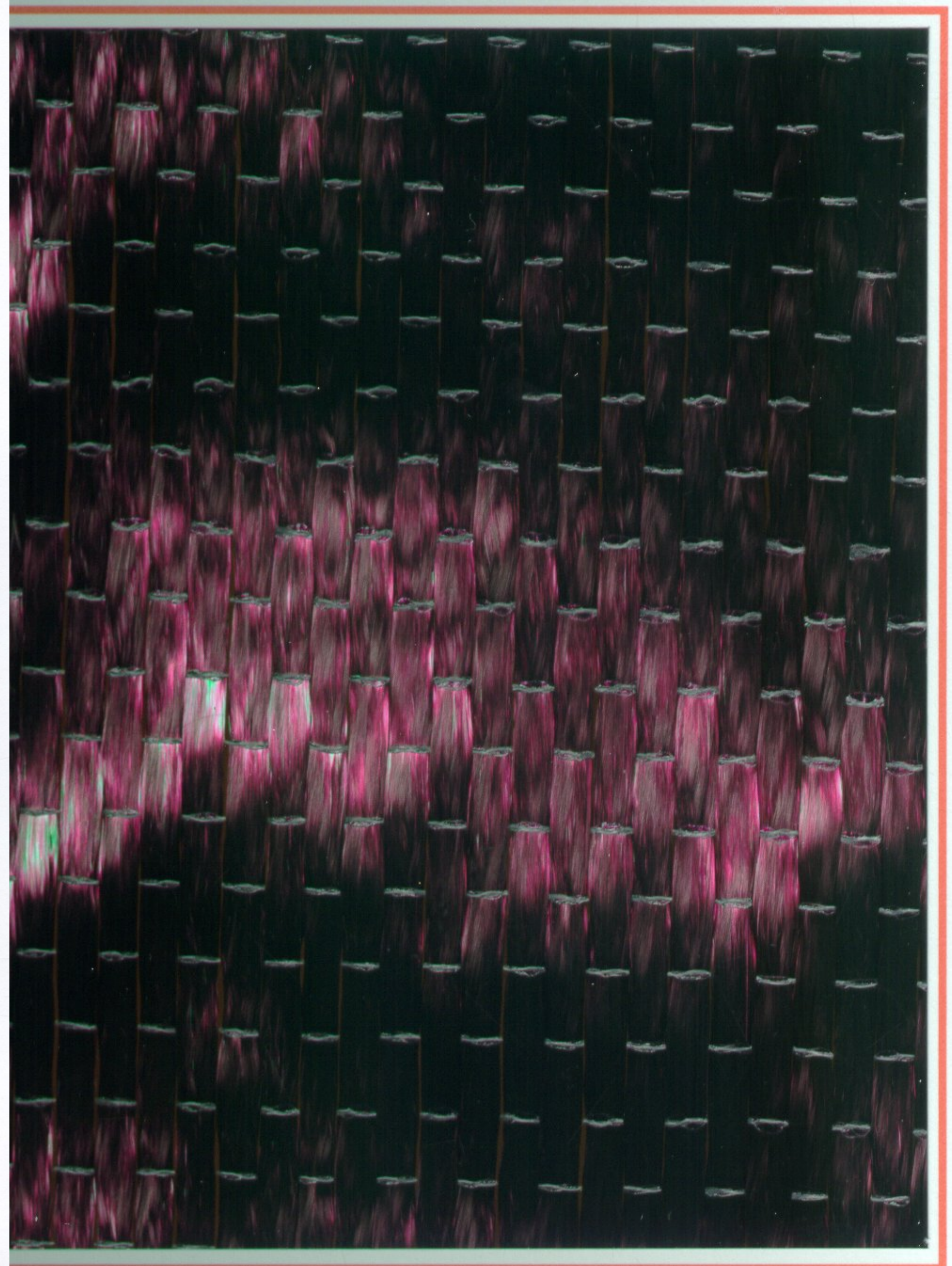


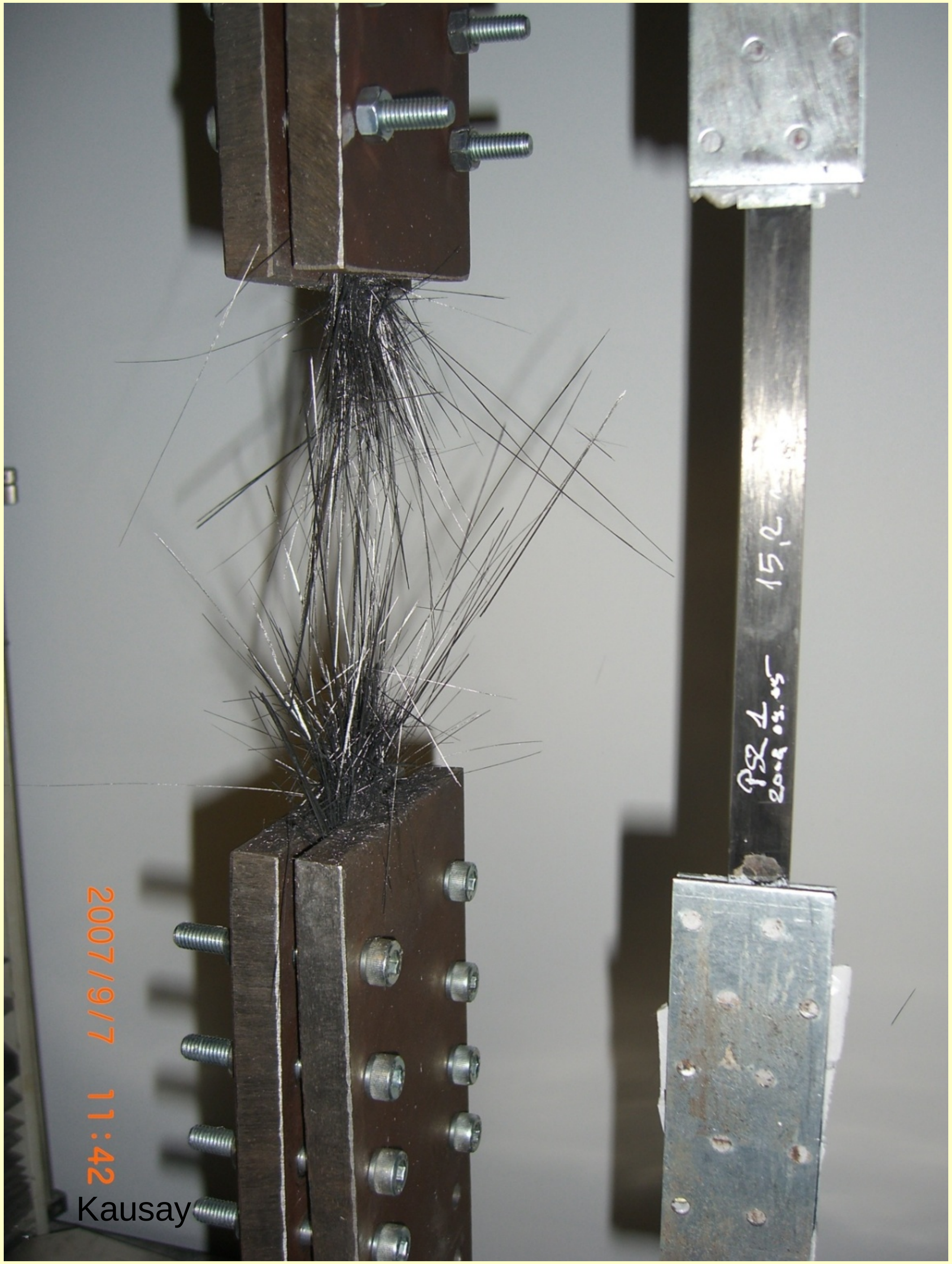
Sika CarboDur Composite Strengthening Systems. An Alliance of Hexcel and Sika.

HEXCEL

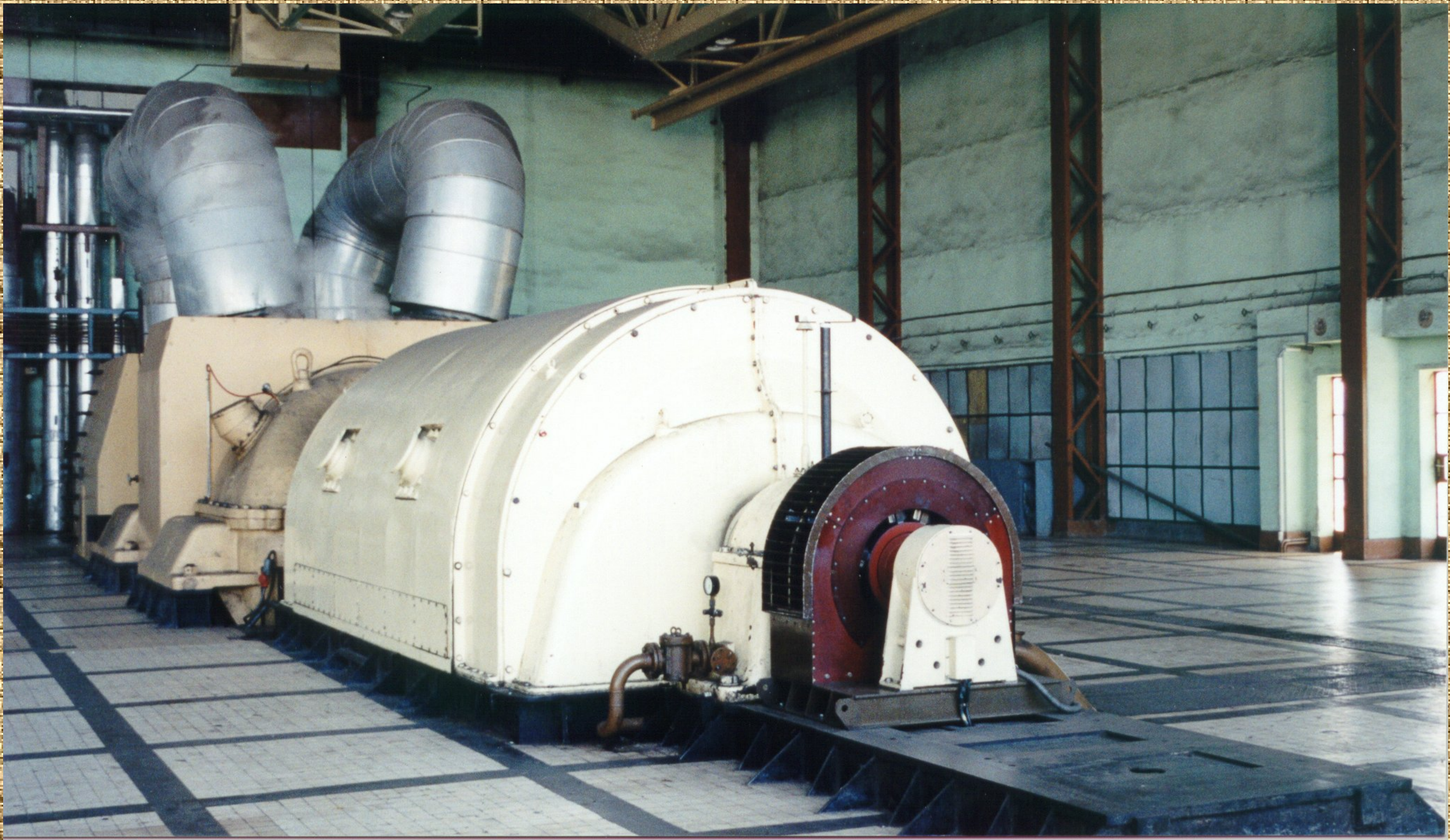
Sika

Kausay



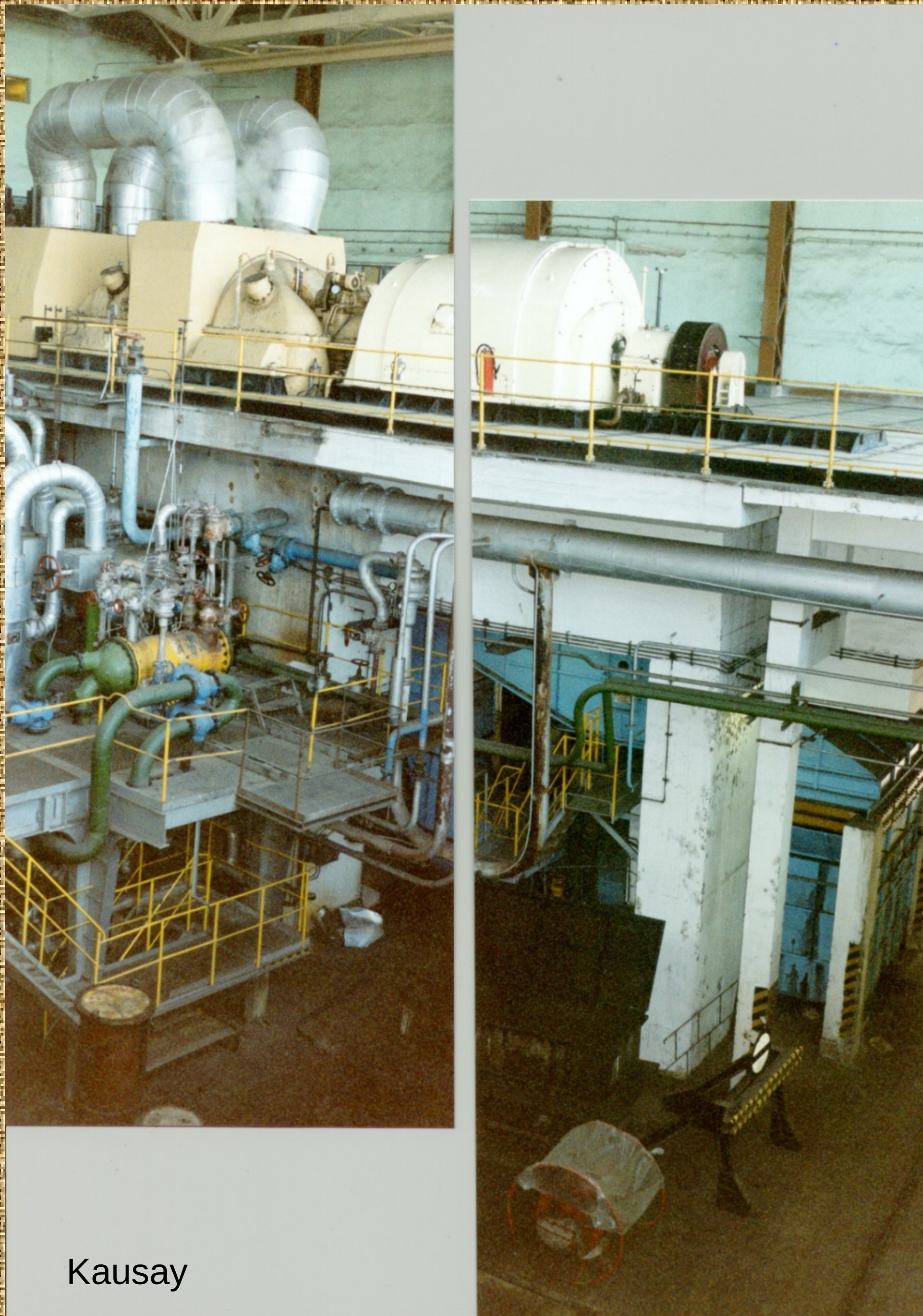


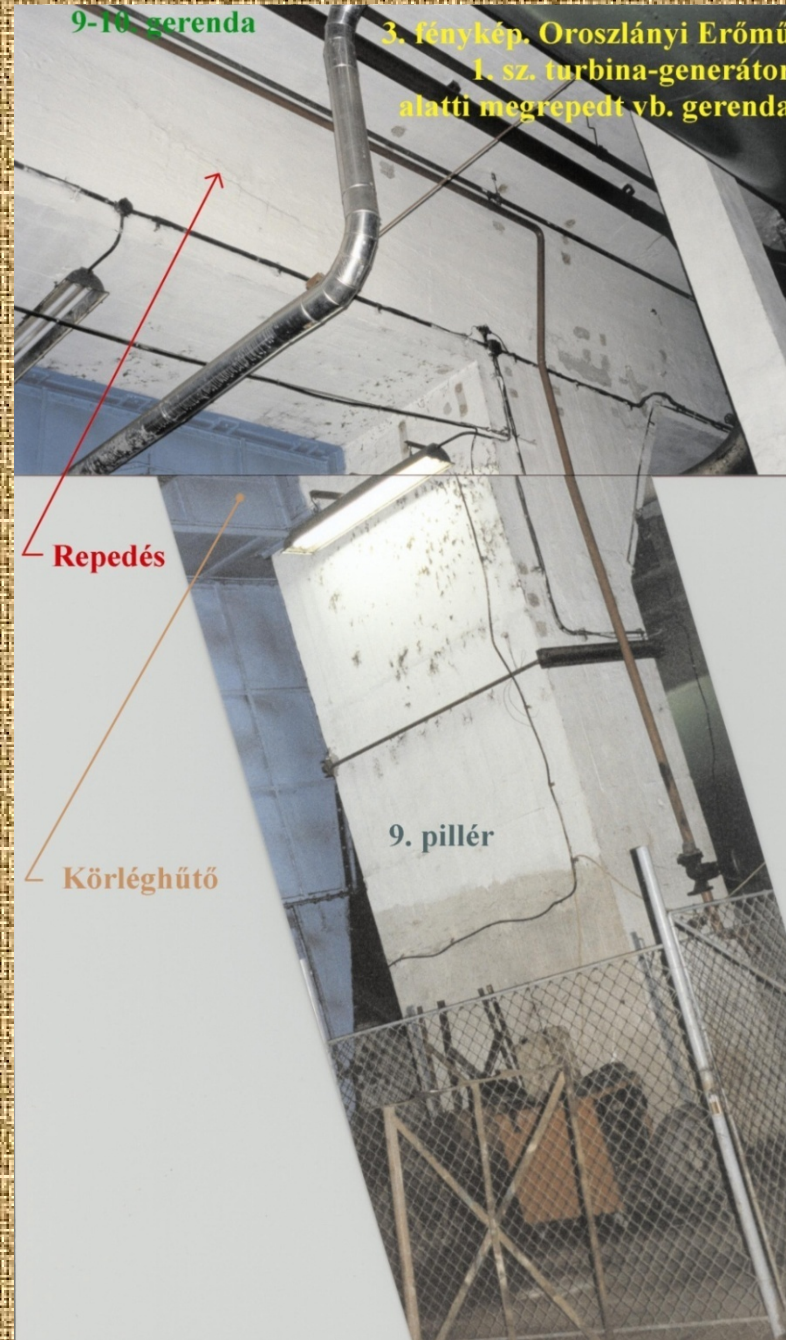
Szabó K. Zsombor
okl. építőmérnök
szakító kísérlete
szénszálas hevederrel
a BME Építőanyagok
és Mérnökgeológia
Tanszék
Betontechnológiai
Laboratóriumában.
Budapest, 2008.



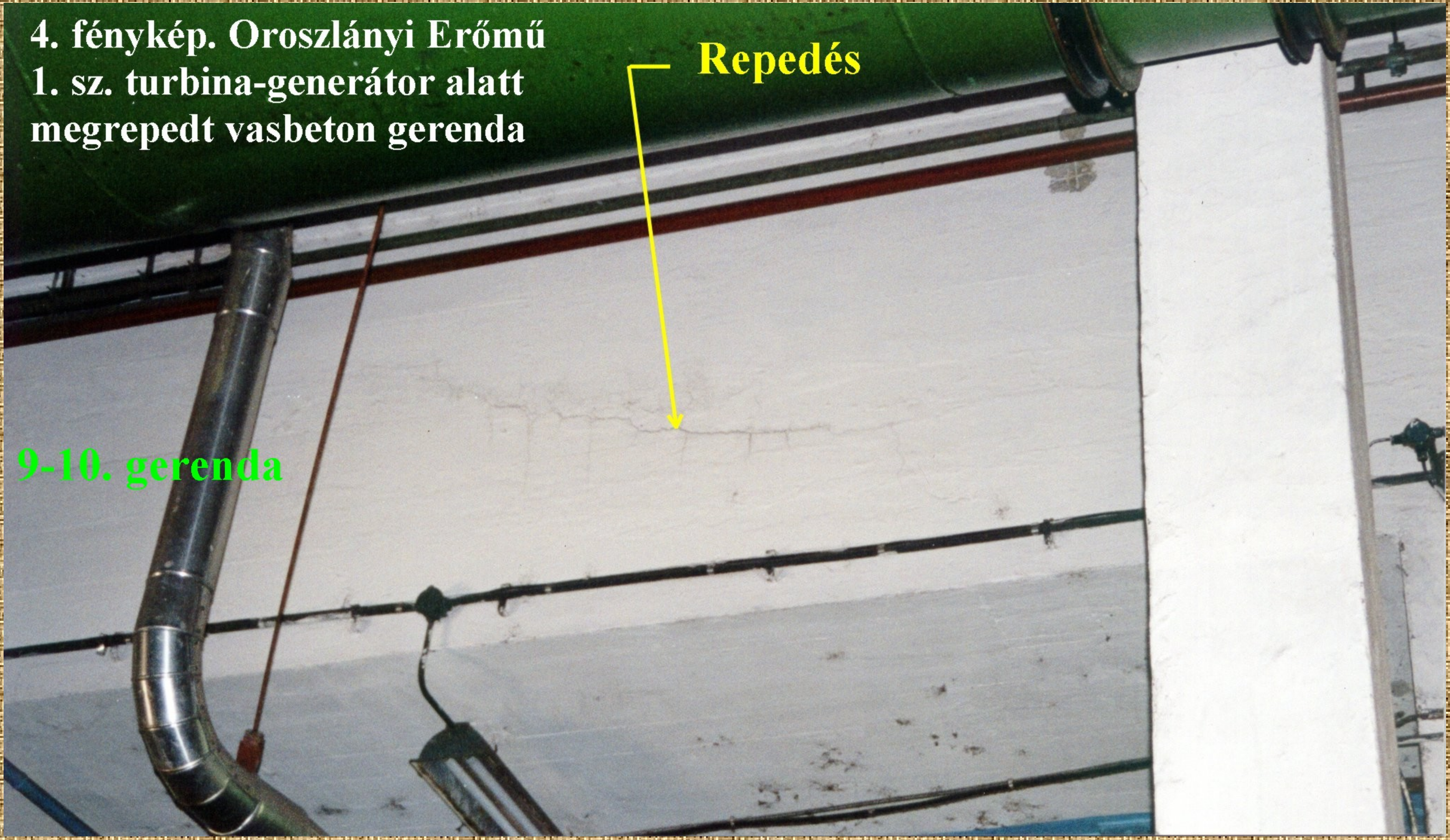
Oroszlányi Erőmű, turbina-generátor

Kausay

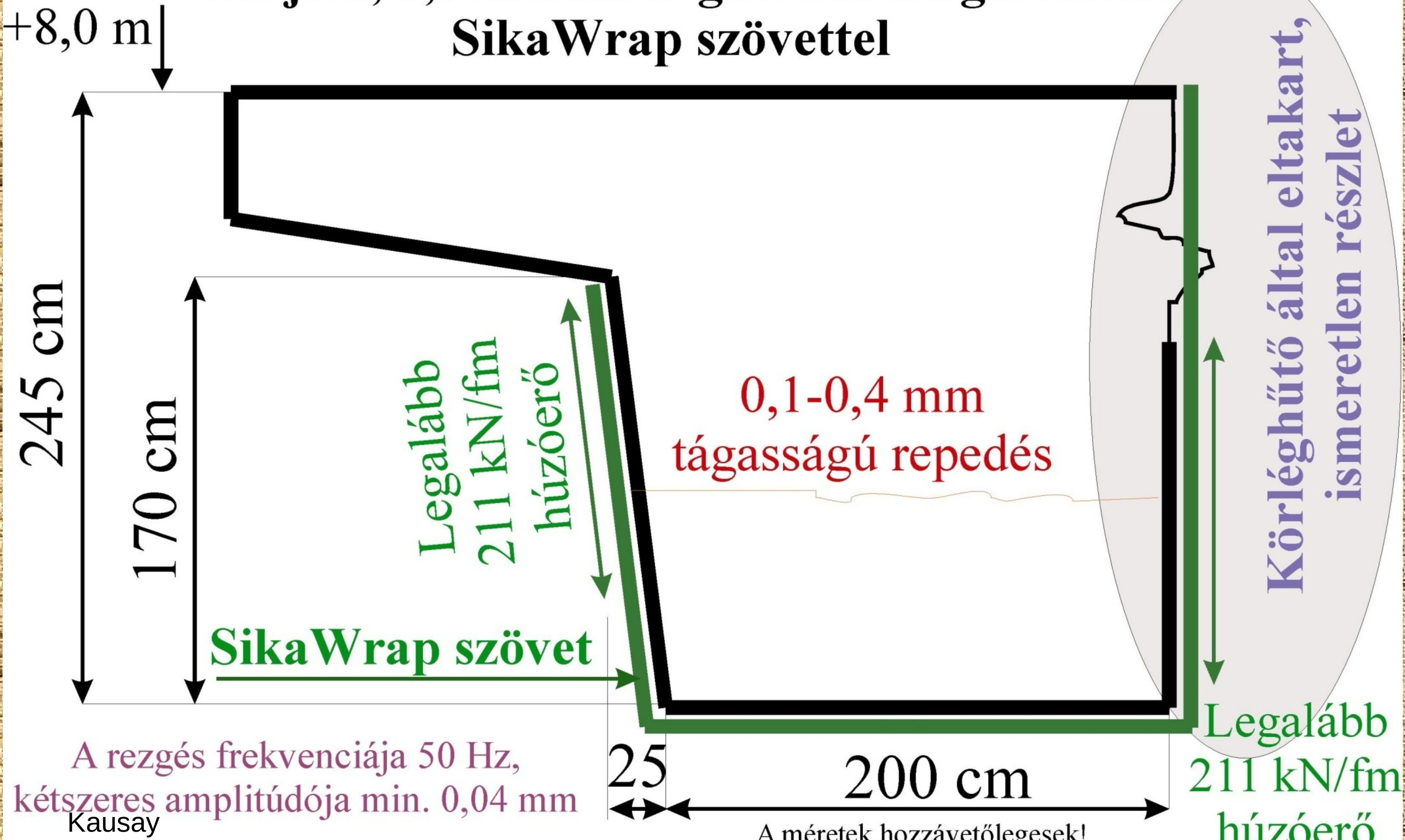



9-10. gerenda
3. fénykép. Oroszlányi Erőmű
1. sz. turbina-generátor
alatti megrepedt vb. gerenda
Repedés
Körléghűtő
9. pillér

Kausay


4. fénykép. Oroszlányi Erőmű
1. sz. turbina-generátor alatt
megrepedt vasbeton gerenda
Repedés
9-10. gerenda

4. ábra. Oroszlányi Erőmű 1. sz. generátor alatti, 9-10. jelű, 6,3 m hosszú gerenda megerősítése SikaWrap szövettel





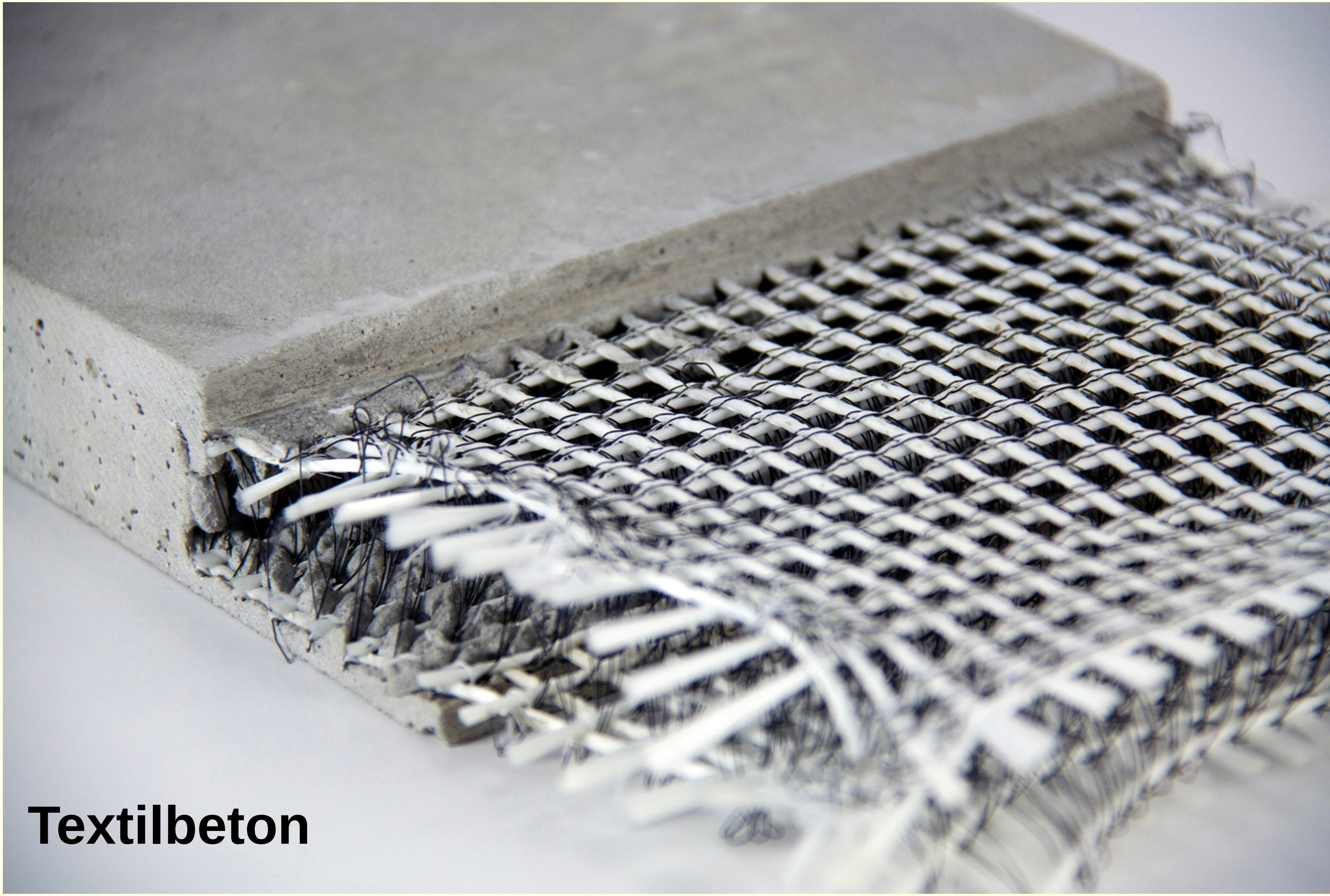




Németországban zúzottkő, vagy friss beton ágyazatba fektetett, 80 mm vastag, AR-üveg- vagy szénszálas „textilbeton” járólapokkal újítják fel a pályaudvarok peronjait. A „textilbeton” járólapok kopásállók, valamint fagy- és olvasztósó-állók.

Forrás: http://www.beton.org/fileadmin/beton-org/media/Service/Presse/Pressedaten_Betonmarketing_Deutschland/PM_Bahnsteigsanierung.pdf

AR = alkáli rezisztens = lúgoknak ellenálló (a beton ugyanis lúgos kémhatású)



Textilbeton

Forrás: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Textilbeton1.jpeg





A berlini Betonwerkstatt-Team (*Clara Louise Lerch & Lukas von Schwanenflügel*) üvegszál erősítésű finombetonból bútorokat és használati tárgyakat készít.

Forrás: http://www.betonwerkstatt.com/home/





Dísztárgyakat a magyar Litracon® - fényáteresztő betonból is készítenek.

Ezek azonban nem szálerősítésű betonok, hanem látszóbetonok.





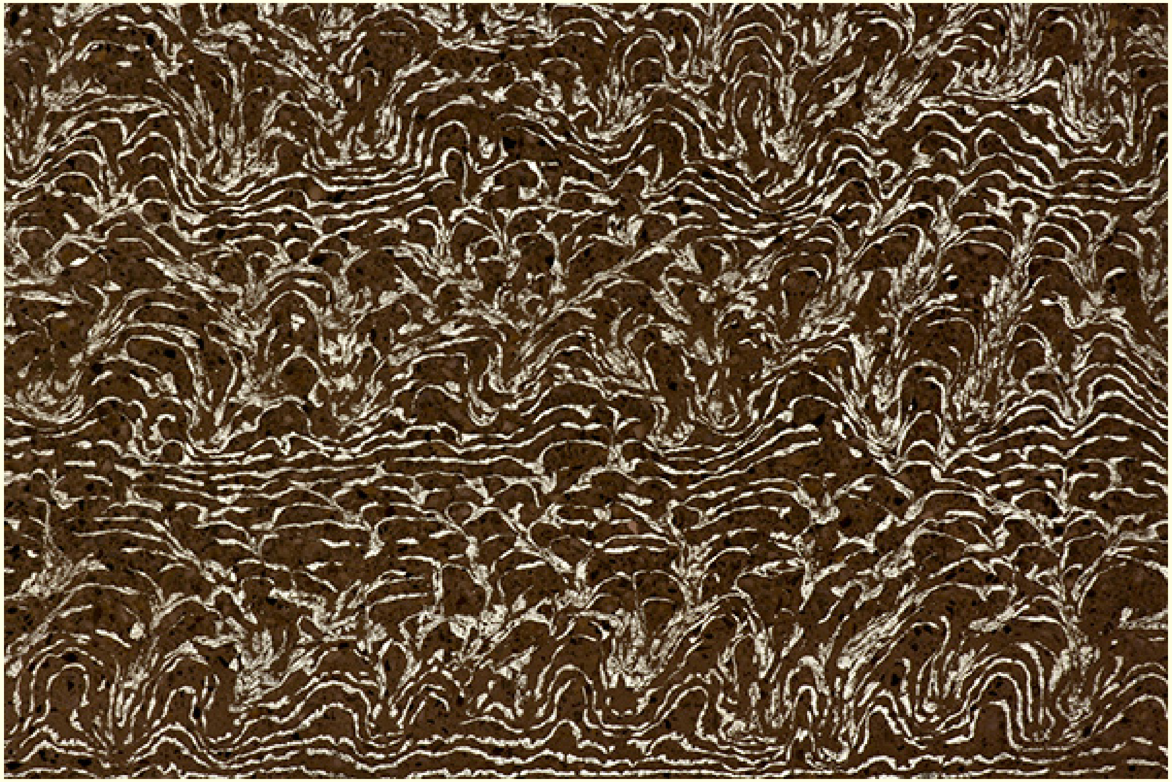
A Litracon® - fényáteresztő beton termékeket Losonczi Áron, a BME Építészmérnöki Karán végzett okl. építészmérnök találta fel 2001-ben.

Forrás: http://www.litracon.hu/hu/bemutatkozas
http://www.litracon.hu/hu/termekek

A **Litracon® - fényáteresztő beton** termékek. Az új építőanyagot **Losonczi Áron** építészmérnök találta fel, és fejleszti 2001. óta.

Litracon Classic®

A 2001-ben kifejlesztett Litracon Classic® - itthon „üvegbeton” névre keresztelt - transzparens építőanyag lényege, hogy a betonba **optikai szálak milliói** kerülnek, melyek átvezetik a fényt a kemény anyagon. Az anyag újdonsága többek között homogén megjelenésében rejlik: a hajszál méretű optikai szálak teljesen belekeverednek a betonmasszába, így a szemlélő egy egyöntetű betonfelületet lát, ellentétben az eddig ismert üveg-beton megoldásoktól.



A találmány híre hamar körbejárta a világot, számos nemzetközi cikk foglalkozott vele.
A TIME magazin a 2004. év legfontosabb találmányai közé sorolta.

Forrás: http://www.litracon.hu/hu/bemutatkozas

A **Litracon® - fényáteresztő beton** termékek széleskörűen alkalmazhatóak az építészet és design számos területén. Az új építőanyagot **Losonczi Áron** építészmérnök találta fel, és fejleszti 2001. óta.

Litracon pXL® (közismertebb nevén: pixelbeton)



A Litracon® - fényáteresztő beton termékek széleskörűen alkalmazhatóak az építészet és design számos területén. Az új építőanyagot Losonczi Áron építészmérnök találta fel, és fejleszti 2001. óta.

Litracon pXL®

A Litracon pXL® -ben (közismertebb nevén: pixelbeton) a Litracon Classic®-kal ellentétben nem optikai szálak, hanem egy speciális műanyag csapokból álló idom vezeti a fényt. A felületen szabályosan megjelenő fénypontokra, pixelekre utal a termék „pXL”elnevezése. Az „XL” pedig a nagy elemméretet hangsúlyozza, ugyanis a Litracon pXL® betonpanelek akár emeletmagasságúak is lehetnek, mely jelentősen megkönnyíti a beépítést.

A paneleken a fénypontok szabályos rendszerben jelennek meg, mint egy képernyő pixelei, ám lehetőség van a pixelekből egyedi minták, feliratok, logók kialakítására, akár színekkel kombinálva is. Szintén új lehetőséget ad az, hogy nemcsak sík lapok, hanem íves felületek, több lapból álló térbeli idomok, üreges testek, hasábok is egyben önthetőek a Litracon pXL® technológiájával.

Forrás: http://www.litracon.hu/hu/bemutatkozas

AJÁNLOTT IRODALOM
- 1 -

MSZ EN 14488-3:2006 Lőtt beton vizsgálata. 3. rész: A szálerősítésű gerenda-próbatestek hajlítószilárdságának (első repedési, legnagyobb és nagy lehajlásokhoz tartozó maradék szilárdságának) meghatározása (angol nyelvű)

MSZ EN 14488-5:2006 Lőtt beton vizsgálata. 5. rész: A szálerősítésű lap-próbatestek energiaelnyelő képességének meghatározása (angol nyelvű)

MSZ EN 14488-7:2006 Lőtt beton vizsgálata. 7. rész: A szálerősítésű beton száltartalma (angol nyelvű)

MSZ EN 14889-1:2007 Szálak betonhoz. 1. rész: Acélszálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség (magyar nyelvű)

MSZ EN 14889-2:2007 Szálak betonhoz. 2. rész: Polimer szálak. Fogalommeghatározások, előírások és megfelelőség (angol nyelvű)

AJÁNLOTT IRODALOM
- 2 -

Szálerősítésű betonok – a kutatástól az alkalmazásig. A fib Magyar Tagozatának konferencia-kiadványa. Szerkesztette: Dr. *Balázs L. György*. Budapest, 1999. március 4-5.

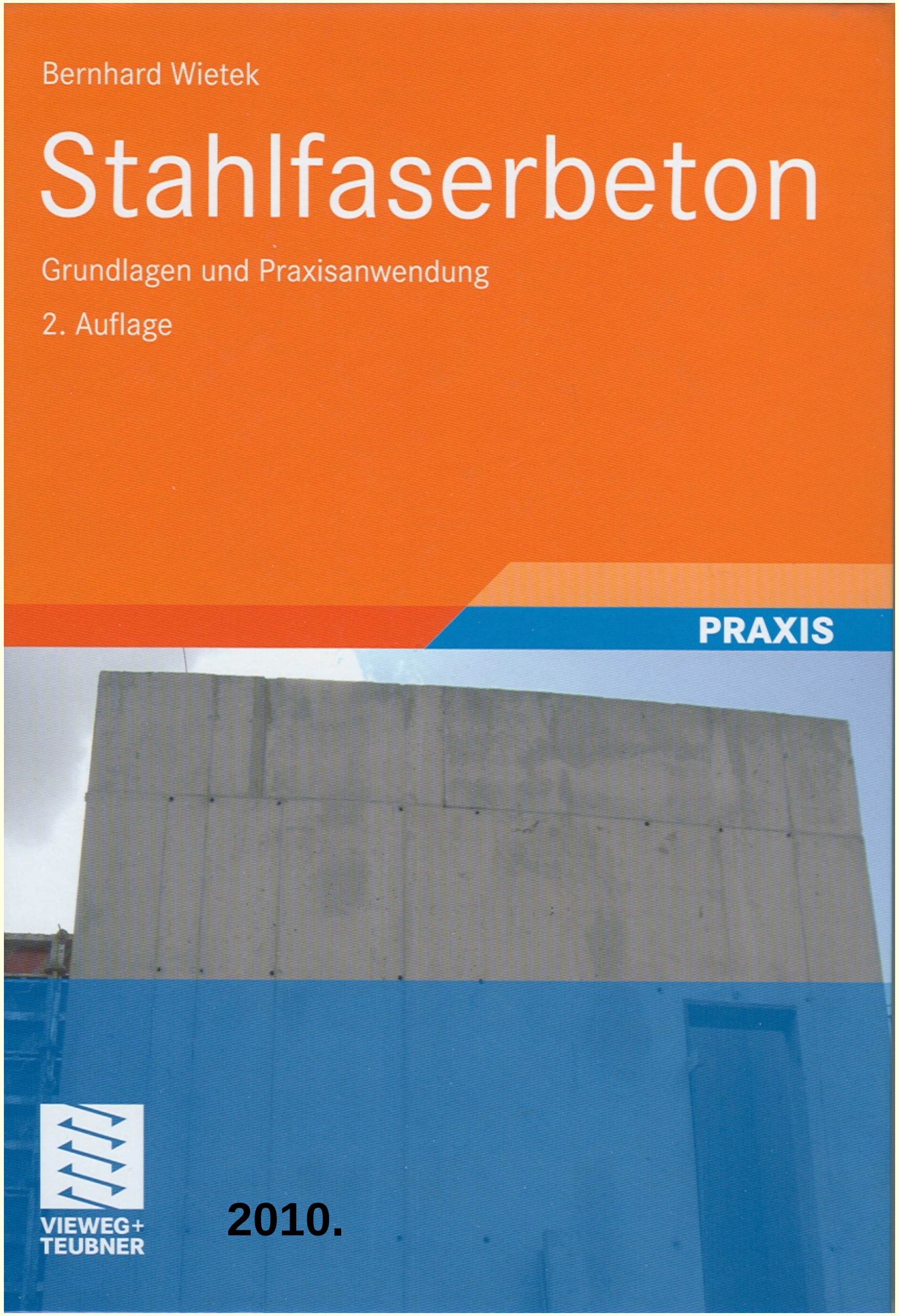
***Balázs L. György*: „Szerkezetek megerősítése szénszálas anyagokkal – Hazai tapasztalatok”. Vasbetonépítés. I. évfolyam. 4. szám. 1999. pp. 114-122. http://www.fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb1999_4.pdf**

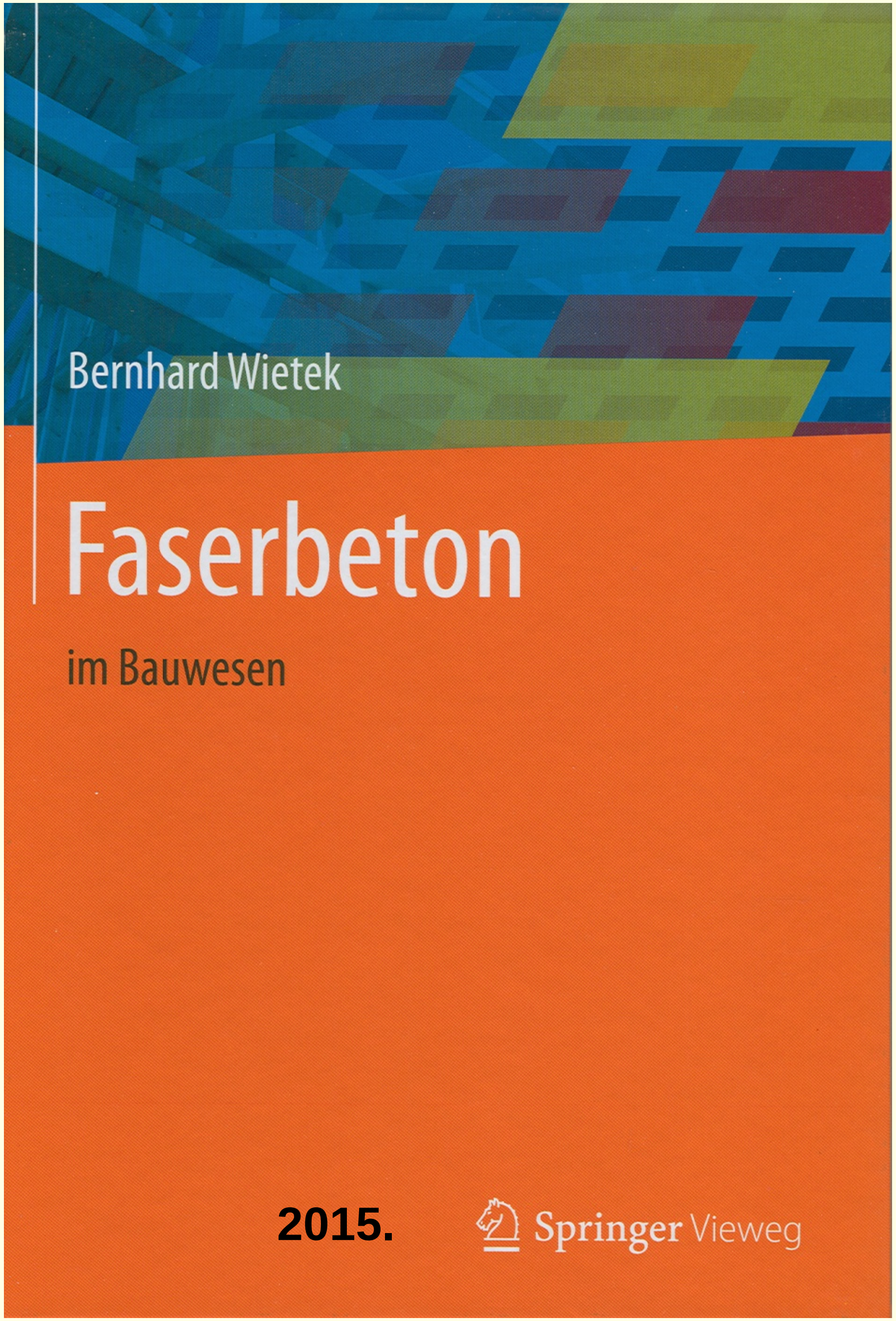
***Kausay Tibor*: „Szálerősítésű betonok szabványosított vizsgálatai és néhány tulajdonsága” című dolgozat (1999.): http://www.betonopus.hu/notesz/szalerositesu/szalerositesu.pdf**

***Kausay Tibor*: „Acélhuzal-szálerősítésű betonok tulajdonságai és teherbírása” című kutatási zárójelentés (OTKA-kutatás, 1996.): http://www.betonopus.hu/notesz/szalerositesu/acelhuzal-szalerosit.pdf**

***G. Lohmeyer - K. Ebeling*: Ipari padlók építése – Csarnokok és térburkolatok. MÉASZ – ÉTK, Budapest, 2001.**

***M. Vandewalle*: Tunnelling the World. N. V. Bekaert S. A. Zwevegem, Belgium, 1992.**


Bernhard Wietek
Stahlfaserbeton
Grundlagen und Praxisanwendung
2. Auflage
PRAXIS
VIEWEG+
TEUBNER
2010.


Bernhard Wietek
Faserbeton
im Bauwesen
2015.
Springer Vieweg

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Stahlfaserbeton

Entwurf November 2012

Ergänzungen und Änderungen zu DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 und DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3

Teil 1: Bemessung und Konstruktion

Teil 2: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Teil 3: Hinweise für die Ausführung

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (Abl. EG Nr. L204 S. 378), zuletzt geändert durch die Richtlinie 98/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom (Abl. EG Nr. L217 S. 18), sind beachtet worden.

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:

Herausgeber:

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. – DAfStb
Budapester Straße 31   D-10787 Berlin
Telefon: 030 2693-1320
info@dafstb.de



KÖSZÖNÖM

A SZÍVES FIGYELMÜKET